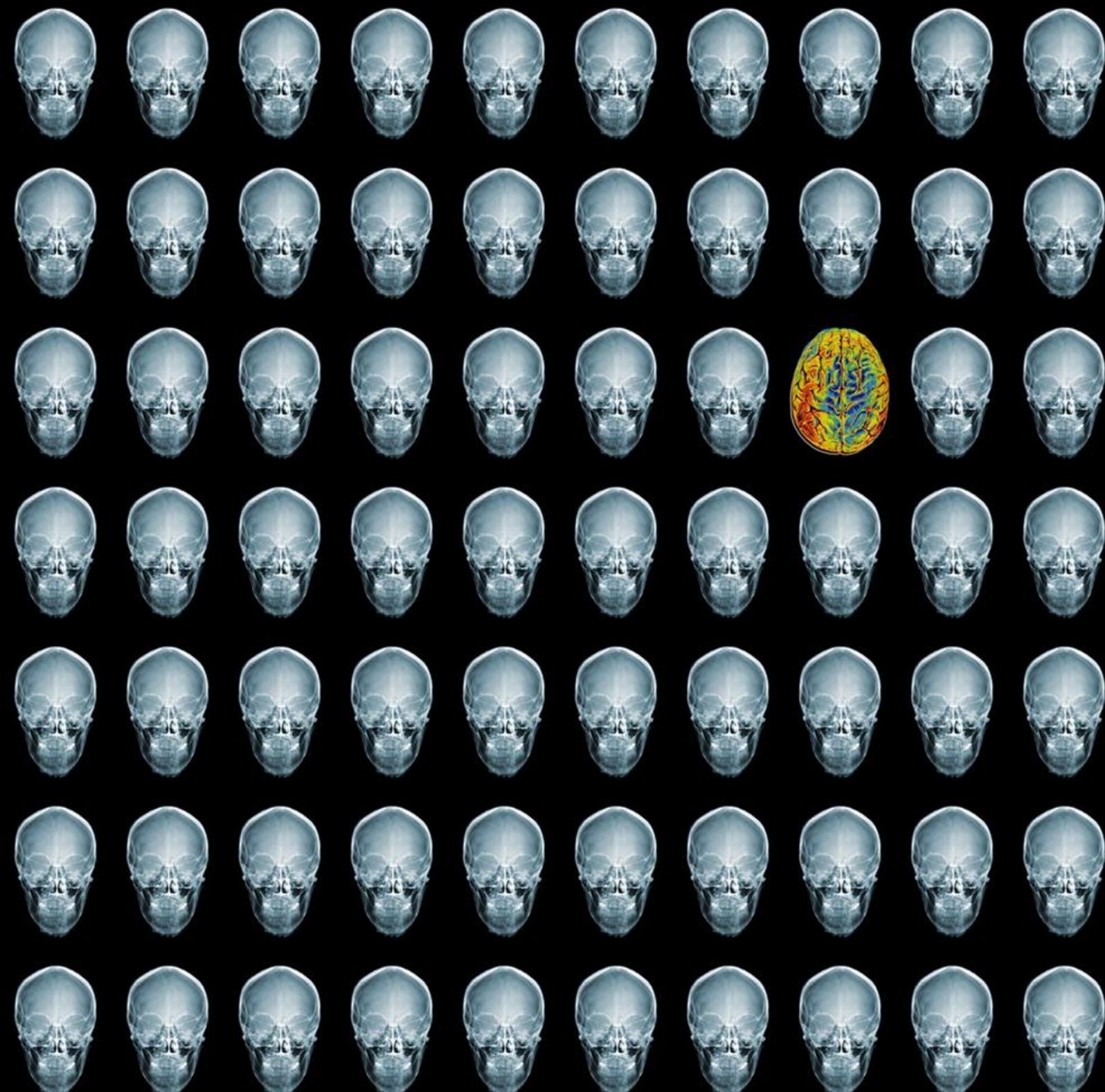




REJR

Russian Electronic Journal of Radiology
Российский Электронный Журнал Лучевой Диагностики

Том 6. № 3. 2016 год.



Редакционный отдел:

Редакторы:

Е.В. Евсеева

Л.Б. Капанадзе

Редакторы перевода:

О.Ю. Павлова

А.С. Беляев

Редактор новостного раздела:

А.Е. Солопова

Технические редакторы:

К.А. Харламов

А.С. Абнизов

Д.А. Вершинин

Видео редакторы:

О.С. Водолазский

Е.Н. Санников

Верстка:

А.А. Лисавин

Д.И. Живоглазов

Адрес журнала:

www.rejr.ru

Почта журнала:

rejr@rejr.ru

Техническая поддержка:

admin@rejr.ru

REJR – рецензируемое научное электронное периодическое издание по лучевой диагностике

Периодичность издания – 4 раза в год

Языки: русский и английский

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия

Регистрационный номер:

Эл №ФС77-44003

от 01 марта 2011 г.

ISSN 2222-7415

Входит в перечень ВАК

Главный редактор:

Академик РАН, профессор **С.К. Терновой** (Москва)

Заместители главного редактора:

Профессор **Бахтиозин Р.Ф.** (Москва)

Профессор **Серова Н.С.** (Москва)

Профессор **Шехтер А.И.** (Москва)

Редакционная коллегия:

Профессор **Вишнякова М.В.** (Москва)

Член-корр. РАН, профессор **Глыбочко П.В.** (Москва)

Профессор **Домбровский В.И.** (Ростов-на-Дону)

Профессор **Кондрашин С.А.** (Москва)

Профессор **Рогожин В.А.** (Киев, Украина)

Редакционный совет:

Академик РАН, профессор **Адамян Л.В.** (Москва)

Академик РАН, профессор **Акчурин Р.С.** (Москва)

Член-корр. РАН, профессор **Алекян Б.Г.** (Москва)

Профессор **Амосов В.И.** (Санкт-Петербург)

Профессор **Аржанцев А.П.** (Москва)

Академик РАН, профессор **Беляков Н.А.** (Санкт-Петербург)

Профессор **Брюханов А.В.** (Барнаул)

Академик РАН, профессор **Гранов А.М.** (Санкт-Петербург)

Профессор **Дергилев А.П.** (Новосибирск)

Член-корр. РАН, профессор **Долгушин Б.И.** (Москва)

Профессор **Завадовская В.Д.** (Томск)

Профессор **Зубарев А.Р.** (Москва)

Профессор **Зеликман М.И.** (Москва)

Профессор **Игнатъев Ю.Т.** (Омск)

Профессор **Карлова Н.А.** (Санкт-Петербург)

Член-корр. РАН, профессор **Коков Л.С.** (Москва)

Профессор **Костылев В.А.** (Москва)

Академик РАН, профессор **Котельников Г.П.** (Москва)

Профессор **Кудряшова Н.Е.** (Москва)

Член-корр. РАН, профессор **Мардынский Ю.С.** (Москва)

Профессор **Митьков В.В.** (Москва)

Профессор **Морозов С.П.** (Москва)

Профессор **Ратников В.А.** (Санкт-Петербург)

Профессор **Рожкова Н.И.** (Москва)

Профессор **Трофимова Т.Н.** (Санкт-Петербург)

Профессор **Тюрин И.Е.** (Москва)

Профессор **Тютин Л.А.** (Санкт-Петербург)

Профессор **Усов В.Ю.** (Томск)

Профессор **Хайт Г.Я.** (Ставрополь)

Профессор **Шарифуллин В.А.** (Москва)

Профессор **Шахов Б.Е.** (Нижний Новгород)

Иностранные члены ред. совета:

Professor **Adam Andreas** (Great Britain)

Professor **Nicholas Gourtsoyiannis** (Greece)

Professor **Hedvig Hricak** (USA)

Professor **Marat Khodzhibekov** (Uzbekistan)

Professor **Andrey Kholodniy** (USA)

Professor **Alexander Margulis** (USA)

Professor **Raushan Rakhimzhanova** (Kazakhstan)

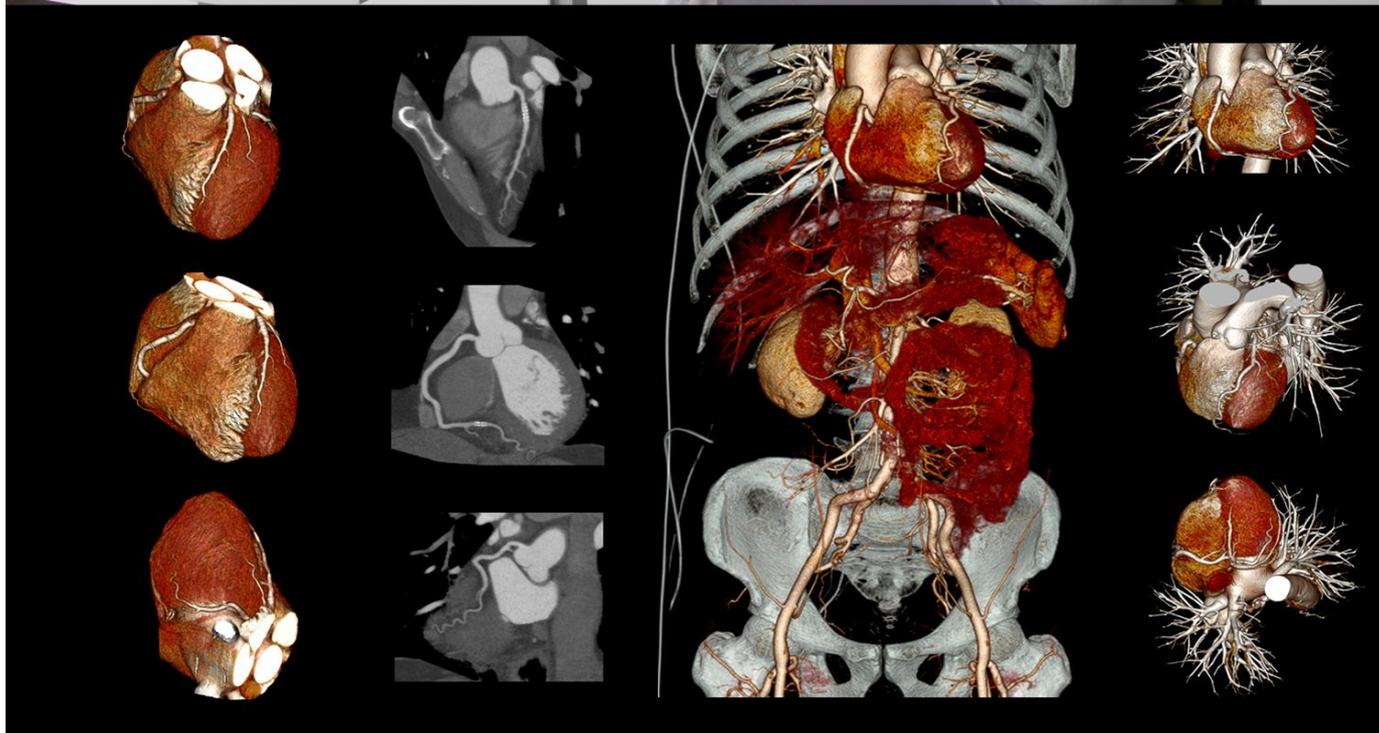
Professor **Rainer Rienmueller** (Austria)

Professor **Hans Ringertz** (Sweden)

Professor **Jean Louis Sablayrolles** (France)

TOSHIBA
Leading Innovation >>>

PRIME
Aquilion



***Aquilion PRIME -
Компьютерный томограф нового поколения***

ЗАО «ТОШИБА МЕДИКАЛ СИСТЕМС»

123242, Новинский бульвар, 31, ТДЦ «Новинский Пассаж», тел.: +7(495) 626 58 09,
факс: +7 (495) 626 58 07. www.toshiba-medical.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ОТ РЕДАКЦИИ.....7

ЛЕКЦИЯ

ЭХОКАРДИОГРАФИЯ ПРИ НЕОТЛОЖНЫХ СОСТОЯНИЯХ.....8-20
Седов В.П.

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

КОМПЛЕКСНАЯ ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА ОСТЕОНЕКРОЗОВ У ДЕЗМОРФИНЗАВИСИМЫХ ПАЦИЕНТОВ НА ДО - И ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ЭТАПАХ ЛЕЧЕНИЯ.....21-29
Бабкова А.А.

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ НЕЙРОВИЗУАЛИЗАЦИИ И ТРЕХМЕРНОГО НАВЕДЕНИЯ ВО ВРЕМЯ РЕНТГЕНОЭНДОВАСКУЛЯРНЫХ ЛЕЧЕБНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ.....30-37
Гегенава Б.Б.

СОПОСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ СТЕПЕНИ СТЕНОЗИРОВАНИЯ ПРОСВЕТА КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ ПРИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ, ВНУТРИСОСУДИСТОМ УЛЬТРАЗВУКОВОМ ИССЛЕДОВАНИИ И КОРОНАРНОЙ АНГИОГРАФИИ.....38-47
Шабанова М.С.

ПРОТОКОЛ МУЛЬТИСПИРАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ ТРАВМ СРЕДНЕЙ ЗОНЫ ЛИЦА.....48-53
Павлова О.Ю., Серова Н.С.

CT GUIDED CERVICAL NERVE ROOT INJECTIONS AS A TREATMENT OF ACUTE BRACHIALGIA - TECHNIQUE AND MANAGEMENT CONSIDERATIONS FOR RADIOLOGISTS.....54-58
Butt S., Jadun C.K.

КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ АРТЕРИЙ БРАХИОЦЕФАЛЬНОГО БАСЕЙНА У ПАЦИЕНТОВ СТАРШЕЙ ВОЗРАСТНОЙ ГРУППЫ.....59-67
Зубарев А.Р., Кривошеева Н.В., Рычкова И. В., Демидова А.К., Шарашкина Н.В.

РОЛЬ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В ВЫЯВЛЕНИИ НЕСТАБИЛЬНЫХ АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКИХ БЛЯШЕК КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ: СОПОСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ И ВНУТРИСОСУДИСТОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ.....68-79
Терновой С.К., Шабанова М.С., Гаман С.А., Меркулова И.Н., Шария М.А.

ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЕРТНОЙ БАЛЛЬНОЙ ОЦЕНКИ МЕТАСТАЗИРОВАНИЯ ПО СЦИНТИГРАММАМ СКЕЛЕТА В СОЧЕТАНИИ С ГИСТОГРАММНЫМ И ТЕКСТУРНЫМ АНАЛИЗОМ.....80-87
Савин С.З., Косых Н.Э., Потапова Т.П., Еременко А.В.

РОЛЬ ИННОВАЦИОННЫХ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОПТИМИЗАЦИИ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ СТАЦИОНАРА (ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ПАКС).....88-105
Камышанская И.Г.

МАСТЕР-КЛАСС

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО РЕНТГЕНОДИАГНОСТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....106-107
Зеликман М.И.

СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ

SPLEEN VOLUME EVOLUTION IN COURSE OF ACTH-ECTOPIC SYNDROME DUE TO PANCREATIC NEUROENDOCRINE TUMOR LIVER METASTASES. A CASE REPORT AND LITERATURE REVIEW.....108-116
Shorikov M.A., Sergeeva O.N., Virshke E.R., Panov V.O., Dolgushin B.I.

КОМБИНАЦИЯ НЕИНВАЗИВНЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДИК В ДИАГНОСТИКЕ НЕКОМПАКТНОГО МИОКАРДА ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА У БЕРЕМЕННЫХ.....117-122
Дорошенко Д.А., Принц Г.Д., Лебедева А.Ю., Кондрашова Е.А., Зубарев А.А., Никольский С.Е.

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ПЕРВИЧНОГО ТУБЕРКУЛЕЗА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ.....123-127
Травина М.А., Попов А.Г., Муртазалиева А.А.

АБСЦЕСС ПЕРЕДНЕГО ЭПИДУРАЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА НА УРОВНЕ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА.....128-132
Кротов Г.О., Черников А.Н., Белячков Д.О.

CONTENTS

FROM THE EDITOR.....7

LECTURE

ECHOCARDIOGRAPHY IN EMERGENCIES.....8-20
SEDOV V.P.

ORIGINAL ARTICLES

COMPLEX RADIOLOGICAL DIAGNOSIS OF OSTEONECROSIS IN DESOMORPHINE DEPENDENCE PATIENTS AT THE PRE - AND POSTOPERATIVE STAGES OF TREATMENT.....21-29
BABKOVA A.A.

USAGE OF MODERN METHODS OF NEURO VISUALIZATION AND THREE-DIMENSIONAL NAVIGATION DURING NEURO ENDOVASCULAR INTERVENTIONS.....30-37
GEGENAVA B.B.

COMPARISON OF CORONARY STENOSIS DEGREE COMPARISON OF CORONARY STENOSIS DEGREE MEASUREMENTS WITH COMPUTED TOMOGRAPHY, INTRAVASCULAR ULTRASOUND AND CORONARY ANGIOGRAPHY MEASUREMENTS WITH COMPUTED TOMOGRAPHY, INTRAVASCULAR ULTRASOUND AND CORONARY ANGIOGRAPHY.....38-47
SHABANOVA M.S.

MSCT PROTOCOL IN MIDFACE TRAUMA DIAGNOSTICS.....48-53
PAVLOVA O.YU., SEROVA N.S.

МСКТ НАВИГАЦИЯ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ОСТРОЙ БРАХИАЛГИИ С ПОМОЩЬЮ ИНЪЕКЦИЙ В ШЕЙНЫЕ НЕРВНЫЕ КОРЕШКИ – МЕТОДИКА И РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ РЕНТГЕНОЛОГОВ.....54-58
Батт С., Джадун С.К.

CLINICAL LABORATORY ASPECTS OF ULTRASOUND SCANNING IN ASSESSMENT OF BRACHIOCEPHALIC ARTERIES AMONG ELDERLY INDIVIDUALS.....59-67
ZUBAREV A.R., KRIVOSHEEVA N.V., RYCHKOVA I.V., DEMIDOVA A.K., SHARASHKINA N.V.

ROLE OF COMPUTED TOMOGRAPHY IN DETECTION OF VULNERABLE CORONARY PLAQUES IN COMPARISON WITH INTRAVASCULAR ULTRASOUND.....68-79
TERNOVOY S.K., SHABANOVA M.S., GAMAN S.A., MERKULOVA I.N., SHARIYA M.A.

THE PROBLEMS OF EXPERT GRADE ANALYSIS OF METASTASES ON SKELETON SCINTIGRAMS IN COMBINATION WITH HISTOGRAM AND TEXTURE ANALYSIS.....80-87
SAVIN S.Z., KOSYH N.JE., POTAPOVA T.P., EREMNKO A.V.

THE ROLE OF INNOVATIVE DIGITAL TECHNIQUES IN OPTIMIZATION OF HOSPITAL RADIOLOGY (EXPERIENCE OF PACS INTRODUCTION).....88-105
KAMYSHANSKAYA I.G.

MASTER-CLASS

QUALITY ASSURANCE OF HIGH-TECH X-RAY DIAGNOSTIC EQUIPMENT IN THE CONDITION OF USE.....106-107
ZELIKMAN M.I.

CASE REPORTS

ДИНАМИЧЕСКОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ОБЪЕМА СЕЛЕЗЕНКИ ПРИ АКТИ-ЭКТОПИРОВАННОМ СИНДРОМЕ, ОБУСЛОВЛЕННОМ МЕТАСТАЗАМИ НЕЙРОЭНДОКРИННОЙ ОПУХОЛИ ГОЛОВКИ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ В ПЕЧЕНИ.....108-116
Шориков М.А., Сергеева О.Н., Вишке Э.Р., Панов В.О., Долгушин Б.И.

THE COMBINATION OF NON-INVASIVE INSTRUMENTAL TECHNIQUES IN THE DIAGNOSIS OF LEFT VENTRICULAR NON-COMPACT MYOCARDIUM IN PREGNANT WOMEN.....117-122
DOROSHENKO D.A., PRINTS G.D., LEBEDEVA A.Y., KONDRASHOVA E.A., ZUBAREV A.A., NIKOLSKIY C.E.

PRIMARY BREAST TUBERCULOSIS: A CASE STUDY.....123-127
TRAVINA M.L., POPOV A.G., MURTAZALIEVA A.A.

ABSCESS OF ANTERIOR EPIDURAL SPACE AT THE LEVEL OF THE CERVICAL SPINE.....128-132
KROTOV G.O., CHERNIKOV A.N., BELYACHKOV D.O.

ANNALS, ANNOUNCEMENTS, REPORTS.....133-141

FOR ATHORS.....142-145

ХРОНИКА, АНОНСЫ, ОТЧЕТЫ.....133-141
АВТОРАМ.....142-145



GE Healthcare
Signa PET/MR¹



Прогрессивная система для непревзойденной диагностики

- Одновременное проведение МРТ- и ПЭТ-исследований с инновационной технологией Turbo TOF²
- Усовершенствованный ПЭТ-детектор с чувствительностью 21 cps/KBq³
- Сокращение дозы радиофармпрепарата и времени, затраченного на исследование

gehealthcare.ru

¹ Signa PET/MR - комбинированный томограф для получения магнитно-резонансных и позитронно-эмиссионных медицинских изображений

² Turbo Time-of-Flight (TOF) - времяпролетная технология

³ cps/KBq - зарегистрированных событий в секунду на единицу активности килобеккерель

От редакции

Дорогие друзья, коллеги!

Представляю вам третий номер нашего электронного журнала за 2016 год. Как вы видите из оглавления, номер открывается большой лекцией одного из ведущих специалистов в области эхокардиографии профессора В.П. Седова, посвященной использованию Эхо-КГ при неотложных состояниях. Это важный клинический вопрос, и я считаю, что все специалисты лучевой диагностики должны быть знакомы с показаниями и принципами выполнения Эхо-КГ в отделении интенсивной кардиологии. В номере девять оригинальных статей и четыре интересных клинических наблюдения. Статьи посвящены различным аспектам современной лучевой диагностики: вариантам исследования коронарного русла методами МСКТ и коронарографии в сравнении с внутрисосудистым УЗ-исследованием, обсуждению современного протокола КТ при диагностике травм средней зоны лица, диагностике остеонекрозов у дезоморфин-зависимых пациентов на до- и послеоперационном этапах и другие материалы. Мастер-класс, представленный известным специалистом, д.т.н., профессором М.И. Зеликманом, посвящен чувствительной для нас проблеме – правильной эксплуатации и полноценному техническому обслуживанию используемого врачами оборудования. Уверен, что разнообразие и качество представленного в номере материала, понравится нашим читателям.

Ждем от вас статьи, интересные случаи из практики, предложения по улучшению качества нашего журнала

**С уважением,
Главный редактор, профессор С.К. Терновой**

ЭХОКАРДИОГРАФИЯ ПРИ НЕОТЛОЖНЫХ СОСТОЯНИЯХ

Седов В.П.

Описываются роль, задачи и возможности, а также преимущества и ограничения эхокардиографии при различных неотложных состояниях. Обращается внимание на ключевые условия эффективной диагностической работы в отделениях интенсивной терапии, эхокардиографическую оценку сократимости миокарда, систолическую и диастолическую дисфункцию левого желудочка, острой митральной недостаточности, полного или неполного разрыва миокарда, осложнениями ИМ, аневризмой и тромбозом ЛЖ, выпотом в полость перикарда и тампонады, тромбозом лёгочной артерии, ИМ правого желудочка.

ФГБОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава РФ.
г. Москва, Россия.

Ключевые слова: эхокардиография, неотложные состояния, ультразвуковая диагностика, сердечно-сосудистые заболевания.

Контактный автор: Седов В. П., vps52@mail.ru.

Для цитирования: Седов В.П. Эхокардиография при неотложных состояниях. REJR. 2016; 6 (3):8-20. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-8-20.

Статья получена: 06.09.2016

Статья принята: 20.09.2016

ECHOCARDIOGRAPHY IN EMERGENCIES

Sedov V.P.

This lecture describes the role, aims and opportunities, as well as the advantages and limitations of echocardiography in various emergencies. Draws attention to the key conditions for effective diagnostic work in intensive care units.

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University.
Moscow, Russia.

Keywords: echocardiography, emergency, diagnostic ultrasound, cardiovascular disease.

Corresponding author: Sedov V.P., vps52@mail.ru

For citation: Sedov V.P. Echocardiography in emergencies. REJR. 2016; 6 (3):8-20. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-8-20.

Received: 06.09.2016

Accepted: 20.09.2016

За последние 40 лет развитие эхокардиографии (ЭхоКГ) расширило возможности диагностики в отделениях интенсивной терапии непосредственно у постели больного. Это стало возможным благодаря внедрению новых режимов ЭхоКГ таких, как цветное доплеровское картирование (ЦДК), тканевая доплерография (ТД), чреспищеводная ЭхоКГ (ЧПЭхоКГ), а также появлению надёжных мобильных и портативных ультразвуковых аппаратов, которые, в среднем, в 30 раз легче традиционных ультразвуковых скане-

ров и не требуют дополнительных помещений для размещения. Обязательным условием оптимального применения ЭхоКГ является правильная организация работы, которая включает наличие экстренного эхокардиографического набора (трансторакальный и внутривидеокардиальный датчики, загубники, ротаторасширитель) и врача функциональной и ультразвуковой диагностики, знающего кардиологию. У врача должен быть помощник – медсестра, обеспечивающая исправность и подготовку ультразвукового аппарата и правильное ведение медицин-

ской документации.

Согласно рекомендациям Европейской ассоциации сердечно-сосудистой визуализации врач, проводящий ЭхоКГ исследование в отделении интенсивной терапии должен быть хорошо знаком со следующей патологией [1, 2]:

- Острый коронарный синдром/инфаркт миокарда (ИМ)
- Механические осложнения острого ИМ
- Острый аортальный синдром/диссекция аорты
- Тромбоэмболия легочной артерии (ТЭЛА)
- Острая сердечная недостаточность/кардиогенный шок
- Острый перикардит
- Тампонада сердца
- Острый миокардит
- Пневмоторакс
- Кардиомиопатии (КМП)
- Аортальный стеноз
- Остро возникшая клапанная регургитация
- Гипертрофическая кардиомиопатия
- Кардиомиопатия такоцубо
- Дисфункция протезов клапанов
- Причины эмболий, исходящих из сердца (новообразования и внутрисердечные тромбозы)
- Диагностика неисправности кардиостимулятора
- Остро возникшие осложнения интервенционных процедур в рентген- ангиографическом или электрофизиологическом кабинетах.
- Остро возникшие осложнения во время кардиохирургических операций
- Эндокардиты
- Травмы сердца

Работа в отделении интенсивной кардиологии.

Эхокардиография (ЭхоКГ) часто используется у больных ИБС [3, 4]. Представление о региональной и глобальной сократимости миокарда, систолической и диастолической функции левого желудочка (ЛЖ) оказывает существенную помощь в установлении диагноза, определении тактики и стратегии, а также прогноза как у больных хроническими формами ИБС, так и при остром инфаркте миокарда (ИМ). Применение в течение последних 20 лет тромболитической и чрескожной баллонной ангиопластики коронарных артерий улучшило прогноз больных острым ИМ. В связи с этим большое значение имеет эхокардиографическая оценка жизнеспособности миокарда для быстрой оценки проводимых лечебных мероприятий. Важная роль принадлежит ЭхоКГ в оценке структурных и функциональных осложнений ЛЖ (ремоделирования) в ближайшем и отдалённом постинфарктном периоде и определении показаний к хирургической коррекции выявленных нару-

шений.

Эхокардиографическая оценка сократимости миокарда.

Нередко во время острой ишемии миокарда можно выявить нарушение локальной сократимости стенки ещё до появления смещения сегмента ST на ЭКГ и ангинозного приступа. В то же время у больных, не переносивших ИМ даже при выраженном и многососудистом поражении коронарного русла, локальная и глобальная сократимость ЛЖ в покое может оставаться нормальной. Ишемизированный миокард может пассивно двигаться вследствие наполнения ЛЖ, но резко уменьшается активная составляющая – систолическое утолщение стенки.

Основным ультразвуковым методом диагностики нарушений сократимости является двухмерная ЭхоКГ. М-режим имеет вспомогательное значение, так как не позволяет оценить сократимость целого ряда отделов ЛЖ (передне-боковых и задне-перегородочных, нередко передних и задних).

От нарушений локальной сократимости следует отличать другие варианты изменений сократимости или асинергии, свойственные целому ряду состояний, нередко патологических, но не связанных непосредственно с ишемией миокарда. Главной характеристикой асинергии является нарушение синхронности нормальной сократимости миокарда. Несинхронная сократимость миокарда часто обусловлена нарушением проведения электрического импульса (блокады ножек пучка Гиса) или механическими причинами (вскрытие перикарда, объёмная перегрузка правого желудочка). Наиболее ярким примером асинергии является парадоксальное движение межжелудочковой перегородки (МЖП) при объёмной перегрузке правого желудочка (ПЖ). Парадоксальное движение МЖП достаточно легко отличить от дискинезии МЖП, так как ему свойственно систолическое утолщение в отличие от систолического истончения при дискинезии (рис. 1).

У больных после операций на сердце с вскрытием перикарда нередко наблюдается так называемая «послеоперационная» перегородка, характеризующаяся парадоксальным или неопределённым её движением, особенно в ранние сроки после операции. Варианты движения МЖП при блокаде левой ножки пучка Гиса, при электрокардиостимуляции правого желудочка, при синдромах преждевременной деполяризации желудочков также могут затруднять дифференциальный диагноз асинергий и гипокинезии. В таких случаях целесообразно использование М-режима с синхронной записью отведения ЭКГ. Для асинергий характерно сохранение систолического утолщения миокарда и нередко наличие нескольких систолических волн в

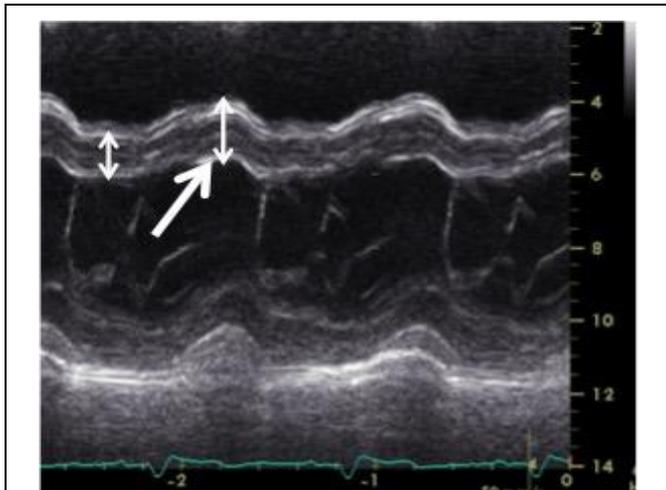


Рис. 1.

Рис.1. Эхо-КГ.

Парадоксальное движение МЖП в систолу в сторону правого желудочка (большая стрелка). Стрелками указана толщина МЖП в диастолу и систолу.

отличие от гипокинезии.

Систолическая и диастолическая дисфункция левого желудочка.

Помимо нарушений локальной сократимости ЭхоКГ-исследование позволяет количественно определить глобальную сократимость ЛЖ и параметры центральной гемодинамики, то есть оценить систолическую функцию ЛЖ. Основными причинами систолической дисфункции ЛЖ являются ИБС, острый миокардит и дилатационная кардиомиопатия. Основным показателем в этом случае является фракция выброса ЛЖ (ФВ), величина которой в норме должна быть больше 53%. У больных с нарушениями локальной сократимости оценка глобальной сократимости ЛЖ должна базироваться на планиметрических методах, позволяющих учитывать геометрию полости желудочка и его длину. У больных с нарушениями сократимости одной из стенок ЛЖ с компенсаторным гиперкинезом других стенок более точная оценка ФВ может быть получена при измерениях, по меньшей мере, в двух взаимно перпендикулярных сечениях (режим – Biplane). Наиболее точно оценить объёмы и глобальную сократимость желудочков позволяет трехмерная реконструкция и режимы трехмерной «живой» («real-time») визуализации.

Основным ограничением для адекватной оценки глобальной сократимости с помощью планиметрических методов является визуализация эндокарда не на всем его протяжении. В таких случаях в качестве альтернативы может использоваться непрерывно-волновое доплеровское исследование митральной регургита-

ции. Определяется время, за которое скорость потока митральной регургитации увеличивается с 1 м/с до 3 м/с. За это время градиент давления между ЛЖ и левым предсердием увеличивается на 32 мм рт.ст. – с 4 мм рт.ст., соответствующих скорости 1 м/с, до 36 мм рт.ст., соответствующих скорости 3 м/с. Таким образом, разделив 32 на время увеличения скорости митральной регургитации с 1 м/с до 3 м/с, получаем индекс dP/dt – скорость нарастания давления в желудочке в начале систолы («напряжение – время»). В норме этот показатель сократимости для ЛЖ больше 1200 мм рт.ст./с и уменьшается при снижении глобальной сократимости [5]. Условиями для реализации данного метода оценки глобальной сократимости желудочка является наличие митральной регургитации и адекватное выведение в непрерывно-волновом доплеровском режиме хотя бы начального колена митральной регургитации в скоростном диапазоне от 1 до 3 м/с. (рис. 2).

Данные о динамике сердечного выброса могут иметь существенное значение у больных ИБС, особенно в остром периоде ИМ. В такой ситуации могут помочь доплеровские методы вычисления сердечного выброса, основанные на произведении площади поперечного сечения на интеграл линейной скорости кровотока через данное сечение. Изменение сердечного выброса при динамическом наблюдении, прежде всего, будет зависеть от интеграла линейной скорости кровотока (ИЛС (VTI – velocity time integral - англ.)), определяемого в режиме импульсно-волнового или непрерывно-волнового доплера в одном и том же месте сканирования выходного тракта ЛЖ (рис. 3).

Поэтому, принимая площадь выходного тракта ЛЖ за постоянную величину, ИЛС можно использовать как показатель, отражающий систолическую функцию ЛЖ. Снижение ИЛС ниже 15 см свидетельствует о значительной систолической дисфункции ЛЖ [6].

В случае сохранения относительно хорошей систолической функции ЛЖ (ФВ более 40%) причиной сердечной недостаточности может быть диастолическая дисфункция. Диастолическая дисфункция может быть обусловлена выраженной гипертрофией ЛЖ при гипертрофической КМП, рестриктивной кардиомиопатии (амилоидоз, гемосидероз). Выраженное нарушение диастолического наполнения приводит к повышению внутрижелудочкового давления и дилатации левого предсердия. При этом ЛЖ может иметь нормальные размеры. Основные показатели диастолической функции основаны на измерении скоростей раннего и позднего наполнения ЛЖ по доплерограмме трансмитрального потока (пики «Е» и «А» и их соотношение), а также скоростей движения фиброзного

кольца митрального клапана в режиме тканевой доплерографии (пики e' и a') (рис. 4).

Характеристика диастолической функции на основе анализа доплерографии трансмитрального потока может иметь существенное значение для прогноза у больных со снижением глобальной сократимости ЛЖ. Обычно при крупноочаговом нераспространённом Q-инфаркте диастолическая функция ЛЖ нарушается по 1-му типу и может в последующем восстановиться.

Неблагоприятным прогностическими признаком является выявление нарушений диастолического наполнения ЛЖ по рестриктивному типу: а) увеличение отношения $E/A \geq 2$; б) время замедления трансмитрального потока в раннюю диастолу $DT < 160$ мс; в) отношение максимальной скорости трансмитрального потока к максимальной скорости движения фиброзного кольца митрального клапана в раннюю диастолу (среднее значение) $E/e' \geq 14$; г) максимальная скорость трикуспидальной регургитации > 2.8 м/с; д) дилатация левого предсердия с индексированным значением объёма > 34 мл/м² [8, 9].

Преимущества и ограничения эхокардиографии при ИМ.

У больных со стенокардией напряжения, ранее не переносивших ИМ, при ЭхоКГ исследовании в покое нарушения локальной сократимости обычно не выявляются. Систолическая функция ЛЖ, как правило, сохранена.

Нарушения локальной сократимости у больных ИБС являются отражением целого ряда патологических состояний миокарда: ишемии, некроза, постинфарктного кардиосклероза, аневризмы, гибернирующего и оглушённого миокарда. Однократно выполненное ЭхоКГ исследование позволяет достоверно выявлять только аневризму ЛЖ. Поэтому при оценке нарушений локальной сократимости ЛЖ у больных ИБС необходимо, прежде всего, опираться на клинико-лабораторные данные.

Основным преимуществом эхокардиографии является возможность серийного исследования в отделении интенсивной терапии. У большинства больных с нестабильной стенокардией, острым коронарным синдромом или после инфаркта миокарда выявляется нарушение региональной сократимости ЛЖ. Однако положительная предсказательная ценность этого признака составляет только 30%, так как нарушения локальной сократимости не являются специфическим признаком острого инфаркта миокарда и у больных с нестабильной стенокардией, у которых ещё не развилось тяжёлое поражение миокарда. Локальная сократимость может восстановиться на фоне проводимой тромболитической терапии или баллонной ангиопластики.

Осложнения ИМ.

Современное эхокардиографическое исследование позволяет выявить следующие осложнения ИМ:

Острый период:

- 1.Систолическая дисфункция ЛЖ.
- 2.Ишемическая митральная регургитация вследствие а) дилатации ЛЖ; б) дисфункции папиллярных мышц; в) отрыва папиллярной мышцы.
- 3.Полный или неполный разрыв миокарда а) свободной стенки ЛЖ, б) дефект МЖП, в) отрыв папиллярной мышцы, г) субэпикардальная аневризма.
- 4.Тромбоз ЛЖ.
- 5.Выпотной перикардит/тампонада.
- 6.ИМ правого желудочка.
- 7.Обструкция выходного тракта ЛЖ.

Хронический период:

- 1.Расширение зоны инфаркта.
- 2.Аневризма желудочка – истинная и ложная.
- 3.Тромбоз ЛЖ.

Острая митральная недостаточность.

Причинами острой митральной недостаточности чаще всего является дисфункция или отрыв папиллярных мышц, чаще заднемедиальной группы, при ИМ частичный или полный отрыв хорд в результате воспалительного (инфекционный эндокардит), дегенеративного или травматического повреждения. Основным эхокардиографическим признаком отрыва хорды является «молотящее» движение нефиксированной в результате отрыва хорды створки митрального клапана. В режиме ЦДК определяется выраженная митральная регургитация (рис. 5).

Полный или неполный разрыв миокарда.

Разрыв свободной стенки ЛЖ в подавляющем числе случаев приводит к смерти больного, но в некоторых случаях формируется ложная аневризма. Доказательством ложного характера аневризмы является образование её стенок из организовавшихся сгустков крови и перикарда при полном отсутствии островков миокарда, однако это отличие может быть установлено только при морфологическом исследовании. Наиболее частое место формирования ложной аневризмы после инфаркта миокарда – базальный отдел заднебоковой стенки ЛЖ. Почти у половины больных ложные аневризмы существуют бессимптомно и обнаруживаются случайно. При УЗ-исследовании ложная аневризма может быть заподозрена по перерыву миокарда в месте узкой щели (перешейка),

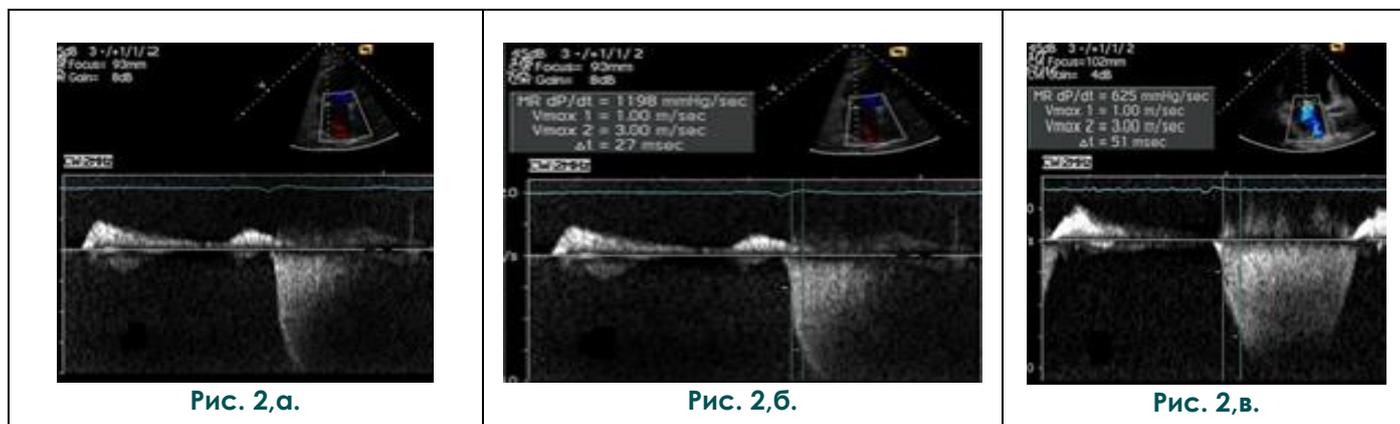


Рис. 2. Эхо-КГ. Расчёт индекса dP/dt («напряжение – время») ЛЖ.

А - Постоянно-волновой доплеровский режим при митральной регургитации.

б - Измерение времени (Δt) нарастания потока митральной регургитации между точками, которые соответствуют скоростям в 1 и 3 м/с. Значение dP/dt равно 1198 мм рт.ст./с, что отражает нормальную глобальную сократимость ЛЖ.

в - Выраженное снижение показателя dP/dt у больного с нарушением глобальной сократимости ЛЖ.

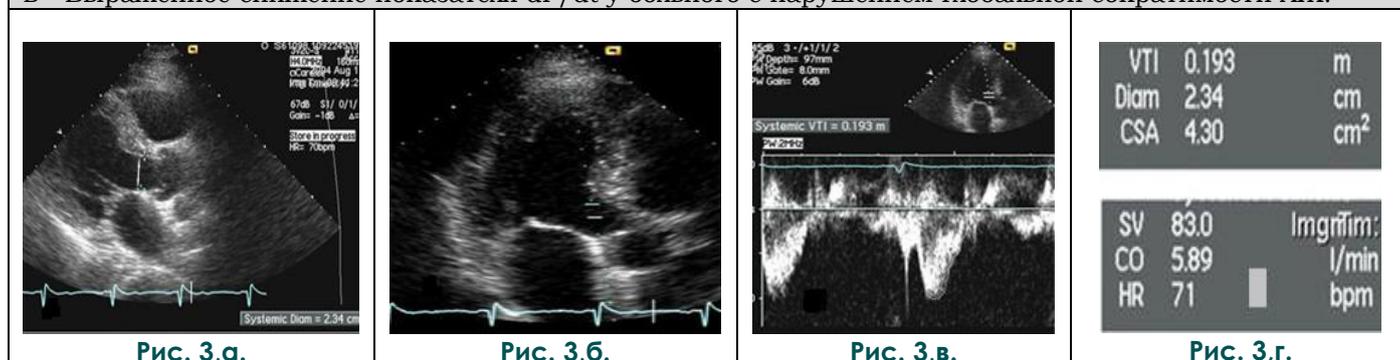


Рис. 3. Эхо-КГ. Расчет сердечного выброса в выносящем тракте ЛЖ.

а - Измерение диаметра выносящего тракта ЛЖ из парастернальной позиции длинной оси ЛЖ в систолу желудочков.

б - Расположение контрольного объема для получения спектра систолического кровотока в выносящем тракте ЛЖ.

в - Измерение интеграла линейной скорости кровотока (VTI) в выносящем тракте ЛЖ в импульсно-волновом доплеровском режиме из верхушечной пятикамерной позиции.

г - Результаты расчета ударного (SV) и минутного (CO) объемов ЛЖ.

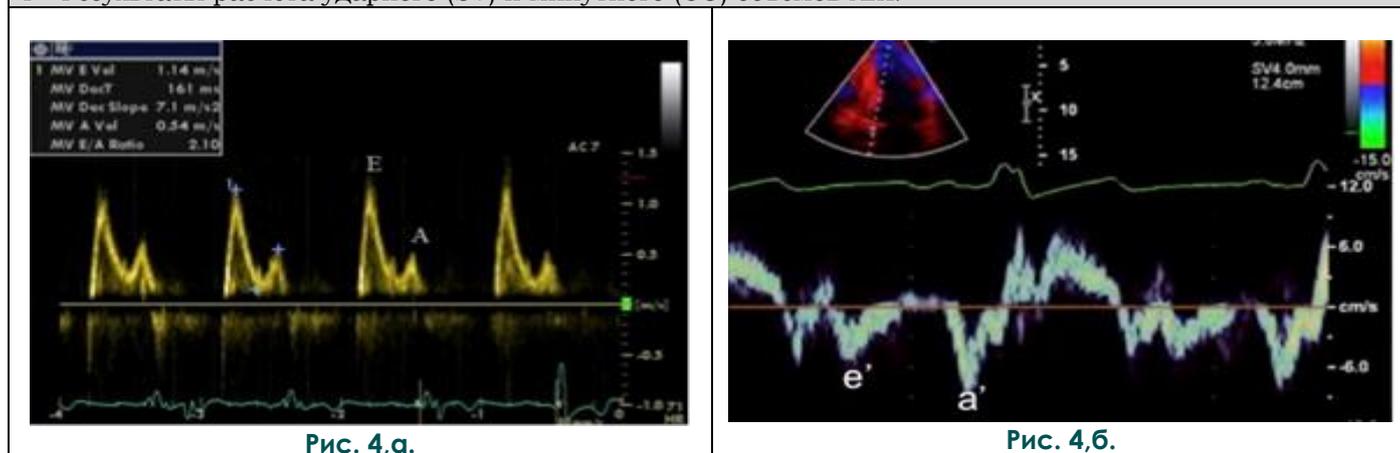


Рис. 4. Эхо-КГ. Допплерографическая оценка диастолической функции ЛЖ.

а - Допплерограмма трансмитрального потока при рестриктивном типе нарушения диастолического наполнения ЛЖ ("E" - скорость раннего и "A" позднего диастолического наполнения ЛЖ).

б - Тканевая доплерограмма движения фиброзного кольца МК (e' - скорость раннего и a' позднего движения).



Рис. 5,а.

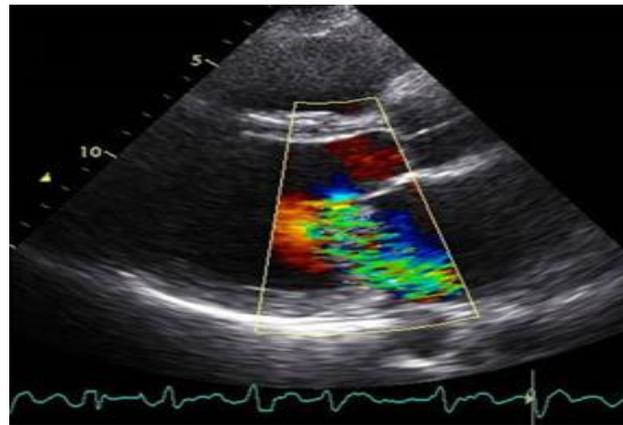


Рис. 5,б.

Рис. 5. Эхо-КГ.

Отрыв папиллярной мышцы.

а - Передняя створка МК в систолу полностью «провалилась» в левое предсердие (указано стрелкой).

б - Турбулентный поток в левом предсердии в режиме ЦДК в систолу.



Рис. 6,а.

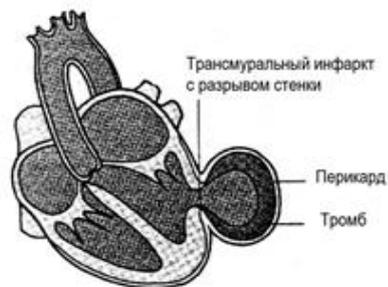


Рис. 6,б.

Рис. 6. Схема.

Истинная (а) и ложная (б) аневризма ЛЖ.

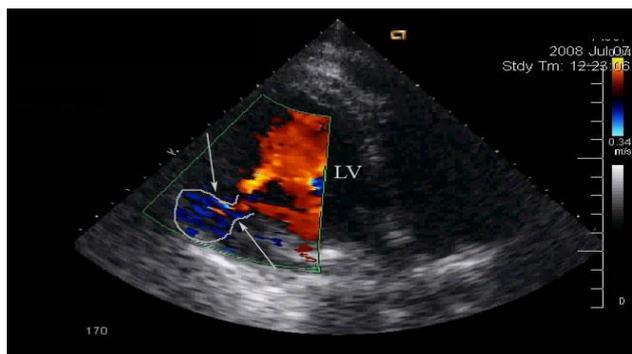


Рис. 7.

Рис. 7. Эхо-КГ с цветовым доплеровским кодированием ложной аневризмы ЛЖ.

Стрелками указаны ворота аневризмы.

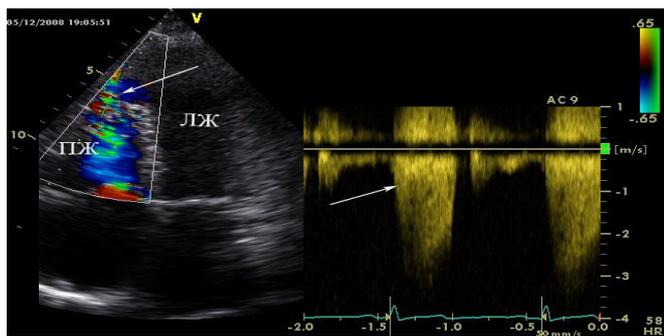


Рис. 8.

Рис. 8. Эхо-КГ с цветовым доплеровским кодированием.

Дефект межжелудочковой перегородки с шунтированием крови слева направо. Стрелкой указан турбулентный поток слева направо через дефект МЖП.

соединяющей полости желудочка и аневризмы (рис. 6).

При цветовом доплеровском исследовании в перешейке визуализируется двунаправленный (в полость аневризмы и из неё) поток, иногда круговой кровоток в полости самой аневризмы (рис. 7).

При подозрении на ложную аневризму следует настойчиво искать поток в перешейке аневризмы, особенно из тех позиций, в которых ось перешейка расположена параллельно УЗ-лучу, изменяя при этом шкалу скорости кровотока.

Другим редким и чрезвычайно грозным осложнением ИМ является разрыв межжелудочковой перегородки с формированием её дефекта. Это приводит к шунтированию крови слева направо с выраженной и быстро прогрессирующей правожелудочковой недостаточностью, степень которой зависит от размеров дефекта и состояния миокарда правого желудочка, который также может быть вовлечён в некроз. Разрыв межжелудочковой перегородки наблюдается при обширных трансмуральных инфарктах с выраженными нарушениями сократимости ЛЖ, чаще передней локализации. Разрывы чаще наблюдаются в верхушечном отделе МЖП, но могут происходить в любом месте перегородки обычно на 3-6 сутки ИМ, когда наиболее выражены процессы миомаляции. Выделяют два морфологических типа разрыва МЖП: с формированием прямого соединения между желудочками или в виде канала открывающегося в желудочки на разных уровнях.

Аускультация сердца в совокупности с цветным доплеровским картированием позволяет безошибочно диагностировать разрывы МЖП. Двухмерное исследование позволяет выявлять раннее расширение и истончение перегородки в зоне некроза, прямое соединение между желудочками. При цветовом доплеровском исследовании визуализируется шунтирование крови в ПЖ в виде турбулентного потока через дефект МЖП (рис. 8).

При увеличении размеров дефекта кровоток может трансформироваться в ламинарный. В зависимости от соотношения давления в желудочках в различные фазы сердечного цикла кровоток может быть двунаправленным.

Наиболее редкой, но и наиболее грозной причиной митральной регургитации является частичный надрыв или полный отрыв папиллярной мышцы. Следует отметить, что отрывы папиллярных мышц не коррелируют с тяжестью и распространённостью некроза при инфаркте миокарда и даже чаще встречаются у больных с ИМ без зубца Q. Это находит подтверждение и на аутопсии. У половины больных с отрывами папиллярных мышц инфаркт миокарда локализуется субэндокардиально.

Для отрыва папиллярной мышцы при двухмерной эхокардиографии характерно: 1) наличие мобильного дополнительного образования в ЛЖ, прикрепляющегося к хорде; 2) отсутствие кончика папиллярной мышцы; 3) выраженный пролапс митрального клапана (рис. 5). Разрыв может быть полным и неполным. Обычно гемодинамически это очень тяжёлая ситуация. При доплеровском исследовании обнаруживается тяжёлая митральная регургитация. В таких случаях быстро происходит увеличение левых камер сердца, особенно левого предсердия (более 34 мл/м²). При этом отношение площади струи митральной регургитации может уменьшаться по отношению к площади дилатированного левого предсердия, создавая ложное впечатление об уменьшении степени митральной недостаточности. Это тяжёлое осложнение развивается на фоне небольшого инфаркта в бассейне правой или огибающей артерии. Заднемедиальная папиллярная мышца обычно кровоснабжается из одной артерии, в то время как переднелатеральная имеет двойное кровоснабжение, вот почему в 6-10 раз чаще страдает заднемедиальная мышца. Без хирургической коррекции прогноз у таких пациентов плохой.

Аневризма и тромбоз ЛЖ.

Аневризма ЛЖ представляет собой истончение и систолическое выпячивание стенки. При истинных аневризмах возникают диастолическая деформация полости желудочка и истончение его стенки (рис. 9).

Дискинезия нередко наблюдается в зоне аневризмы, но она не является бесспорным признаком аневризмы. Дискинезия в отличие от аневризмы представляет собой систолический феномен. Например, при крупноочаговых инфарктах миокарда передней локализации нередко наблюдается дискинез в верхушечном заднем сегменте. Как правило, этот сегмент служит зоной дистального кровоснабжения передней нисходящей артерии и соответственно страдает в наибольшей степени. Однако дискинезия в таком случае не будет синонимом аневризмы, если нет диастолической деформации в области верхушки. В зависимости от характера выпячивания стенки желудочка различают диффузные (плоские) и мешотчатые аневризмы. Истинные аневризмы чаще формируются в области верхушки и передней стенки ЛЖ. Аневризмы ПЖ встречаются крайне редко. Эхокардиография позволяет не только выявлять аневризмы, определять их локализацию, форму, размеры, наличие внутрисердечных тромбов, но и оценивать функциональное состояние миокарда, не вовлеченного в полость аневризмы.

Образование аневризмы обычно связано с трансмуральным ИМ и часто локализуется в области верхушки с распространением на задне-



Рис. 9,а.



Рис. 9,б.

Рис. 9. Эхо-КГ. Аневризма вершины левого желудочка.

Диастолическая деформация вершины. В систолу – выпячивание верхушечных отделов (ЛЖ – левый желудочек; ЛП – левое предсердие).



Рис. 10,а.

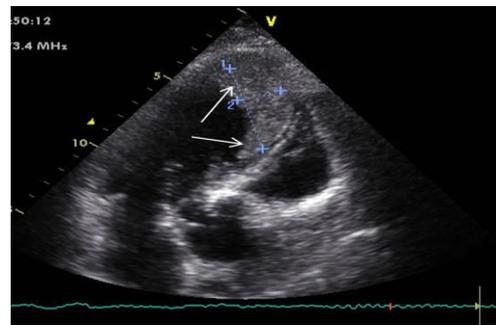


Рис. 10,б.

Рис. 10. Эхо-КГ.

Тромбы в аневризме ЛЖ (указаны стрелками).

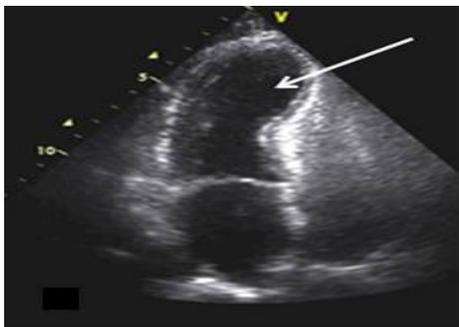


Рис. 11,а.

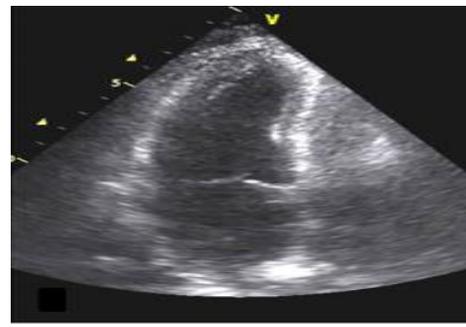


Рис. 11,б.

Рис. 11. Эхо-КГ в динамике при кардиомиопатии такоцубо.

Стрелкой указано апикальное баллонирование левого желудочка, которое исчезло через 5 дней.



Рис. 12.

Рис. 12. Эхо-КГ.

Выпот в полости перикарда (указан стрелками; ЛЖ – левый желудочек, ЛП – левое предсердие).



Рис. 13.

Рис. 13. Эхо-КГ. Тампонада сердца.

Диастолическая деформация верхушки. В систолу – выпячивание верхушечных отделов (ЛЖ – левый желудочек; ЛП – левое предсердие).

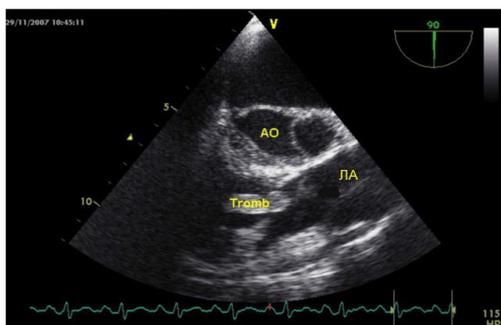


Рис. 14.

Рис. 14. Чреспищеводная Эхо-КГ.

Тромб в выходном тракте правого желудочка под створками клапана лёгочной артерии (АО – аорта, ЛА - лёгочная артерия).

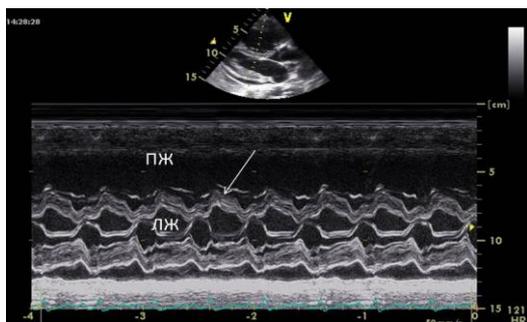


Рис. 15.

Рис. 15. Эхо-КГ. Признаки перегрузки правых отделов сердца.

У больного с массивной ТЭЛА: выраженная дилатация правого желудочка, парадоксальное движение МЖП (указано стрелкой) в начале систолы и уплотнение МЖП в конце систолы. Выпот в полость перикарда.



Рис. 16,а.

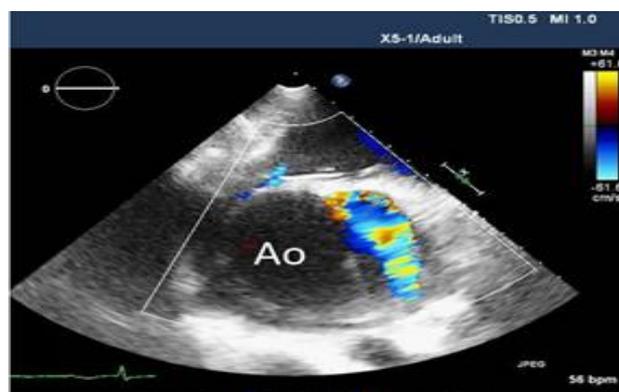


Рис. 16,б.

Рис. 16. Эхо-КГ диссекции восходящего отдела аорты.

а - В проекции длинной оси ЛЖ из парастернального доступа ТТэхоКГ.

б - В проекции короткой оси из чреспищеводного доступа. Цветом обозначен кровоток в истинном просвете аорты.

базальную стенку. Для лучшей визуализации верхушечной аневризмы используют верхушечный доступ на 4 и 2 камеры. Аневризма ЛЖ часто выполнена тромбом и может быть источником опасных нарушений ритма (рис. 10).

Нередко при визуализации верхушечных отделов за тромб принимают повышенную трабекулярность или артефакты. И наоборот, не распознают тромб. Обычно тромб имеет гетерогенную акустическую плотность. Часть тромба выступает в полость и нависает над истонченной акинетичной или дискинетичной стенкой ЛЖ. Для исключения подобных ошибок необходим опыт эхокардиографиста и высокий (экспертный) класс ультразвукового аппарата.

Двухмерная эхокардиография позволяет не только диагностировать внутрижелудочковые тромбы, но и определять их эмбологенность. Эхокардиографическая характеристика внутрисердечных тромбов включает определение их размеров, формы, подвижности, акустической плотности, контуров тромба и его прилегания к стенке желудочка. Потенциально более опасны в смысле возникновения тромбоэмболических осложнений подвижные фрагментированные тромбы с неровными контурами, неравномерной и низкой плотности, нешироко прилежащие к стенке и выступающие в просвет ЛЖ.

Аневризму ЛЖ можно выявить и при отсутствии стенозирующего атеросклероза коронарных артерий, что характерно для кардиомиопатии такоубо.

Стресс-индуцированную кардиомиопатию называют также синдромом такоубо (takotsubo), ампулоподобной КМП, синдромом транзитного апикального баллонирования левого желудочка или синдромом «разбитого сердца». В настоящее время официально принято наименование «стресс-индуцированная КМП», которую относят к приобретенным неклассифицированным кардиомиопатиям. Для заболевания характерны левожелудочковая дисфункция и дискинезия, затрагивающие верхушку и часто межжелудочковую перегородку, не вовлекая в процесс базальные отделы ЛЖ. Клинически стресс-индуцированная КМП представляет собой остро возникающую, преходящую дисфункцию ЛЖ, которой обычно предшествует физический или эмоциональный стресс (рис. 11).

Дисфункция миокарда левого желудочка приводит к развитию острой левожелудочковой недостаточности, с развитием в ряде случаев отёка лёгких и кардиогенного шока. Кроме того, может возникать дисфункция папиллярных мышц с формированием митральной недостаточности. В ряде случаев развиваются желудочковые нарушения ритма. Дилатация полости левого желудочка может приводить к фор-

мированию внутрисердечных тромбов, а истончение миокарда – к разрыву левого желудочка. В тяжёлых случаях заболевание может приводить к смерти пациента.

Выпот в полость перикарда и тампонада.

Нередко после обширного трансмурально-го переднего ИМ возникает гемодинамически незначимый выпот в полость перикарда (рис. 12).

В редких случаях разрыва миокарда может наблюдаться тампонада сердца (рис. 13).

В этом случае иногда в полости перикарда определяется желеобразное эхопозитивное образование. Очень редко после ИМ могут появиться признаки констриктивного перикардита в виде утолщения, сепарации и ригидности листков перикарда, что можно объяснить вовлечением перикарда в воспалительный процесс.

Тромбоэмболия лёгочной артерии.

Обычно ЭхоКГ малоинформативна при малой и субмассивной ТЭЛА. При массивной ТЭЛА в редких случаях можно увидеть тромб в правых отделах сердца и лёгочной артерии (рис. 14).

Основными эхокардиографическими признаками является перегрузка правых отделов сердца, обусловленная острым повышением давления в лёгочной артерии (рис. 15).

Расслаивающая аневризма аорты (диссекция).

В настоящее время правильнее называть эту патологию диссекцией аорты или расслоение стенки аорты, которое начинается с надрыва её интимы и последующей её отслойки. В пределах медики образуется ложный просвет. Истинный и ложный просветы отделены разделительной мембраной, т.е. отслоившейся частью стенки аорты (рис. 16).

Определённую помощь в диагностике диссекции может оказать выявление аортальной регургитации. Не во всех случаях можно увидеть диссекцию аорты, используя трансторакальный доступ. Поэтому, не теряя времени, необходимо выполнить чреспищеводную ЭхоКГ, чувствительность которой выше. Необходимо помнить, что данное исследование следует проводить в условиях седации пациента, чтобы избежать нежелательного в этом случае повышения АД.

ИМ правого желудочка.

Встречается при обширных инфарктах миокарда задней стенки ЛЖ. Эхокардиографическими признаками инфаркта миокарда ПЖ являются нарушения локальной сократимости стенки ПЖ, дилатация и снижение глобальной сократимости ПЖ с уменьшением подвижности фиброзного кольца трёхстворчатого клапана. Планиметрические методы оценки объёмов ЛЖ

Таблица №1.

Клиническая картина	Причины	ЭхоКГ рекомендована	ЭхоКГ не рекомендована
Острая боль в груди	Часто: ОКС, ТЭЛА, ДАо, ПТ, МП Реже: ОКР/ДПК, ОСН, Т	<ol style="list-style-type: none"> 1. При подозрении на острый ИМ при отсутствии ЭКГ-ких и серологических признаков ИМ. Во время болевого приступа. 2. Пациентам с диагностируемыми ранее заболеваниями сердца (клапанные пороки, перикардиты и первичные поражения миокарда). 3. При нестабильном гемодинамическом ответе при простых терапевтических действиях. 4. При подозрении на диссекцию аорты, ТЭЛА, миоперикардит, кардиопатию Такоубо. 5. В качестве первого визуализирующего метода при подозрении на диссекцию аорты в ургентной ситуации. 6. В качестве метода контроля при тромболитисе или тромбэктомии у больных с ТЭЛА. 7. У больных с подозрением на выпотной и/или констриктивный перикардит. 8. При подозрении на гемоперикард вследствие травмы или перфорации стенки сердца. 9. В качестве навигатора и мониторинга при проведении перикардиоцентеза. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Когда ясно, что боль вызвана не кардиальными причинами. 2. Пациентам с установленным диагнозом ИМ. 3. При подозрении на ТЭЛА для подтверждения или исключения. 4. В качестве выбранной диагностической стратегии у гемодинамически стабильных, нормотензивных больных с подозрением на ТЭЛА.
Остро возникшая одышка	Часто: ОСН, ОКР/ДПК, ТЭЛА, Т, ОКС Реже: ДАо, ПТ, МП	<ol style="list-style-type: none"> 1. В качестве метода для дифференциальной диагностики сердечной и несердечной одышки при неоднозначных клинических и лабораторных признаках. 2. Оценка размеров, формы, глобальной и локальной функции ЛЖ при подозрении на сердечную недостаточность. 3. Выявление выпота в полость перикарда. 4. Выявление острой клапанной регургитации или/и дисфункции протеза клапана. 5. Выявление подозреваемых осложнений ИМ, включая, но не ограничиваясь острой митральной регургитацией, дефектом МЖП, разрывом/тампонадой свободной стенки ЛЖ, вовлечением правого желудочка, сердечной недостаточностью. 	
Нестабильность гемодинамики/шок	Часто: ОСН, Т, ОКР/ДПК, ТЭЛА, ОКС Реже: ДАо, ПТ, МП	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для дифференциальной диагностики причины гипотензии или шока путем выявления кардиальной или не кардиальной патологии. 2. Быстрая диагностика перикардального выпота, лево- или правожелудочковой дисфункции и острой клапанной недостаточности. 3. Быстрая оценка внутрисосудистого объема. 	У больных, у которых шок возник вследствие не кардиальных причин (анафилактический, геморрагический и др.).
Новый сердечный шум	Часто: ОКР/ДПК, ОКС, ДАо. 1Реже: ТЭЛА, МП, ОСН	<ol style="list-style-type: none"> 1. У пациентов с сердечными шумами и симптомами или признаками СН, ишемией/инфарктом миокарда, синкопами, тромбозом болями, инфекционным эндокардитом или клинически очевидными структурными поражениями сердца. 2. Выявление вегетаций на клапанах, подтверждающих инфекционный эндокардит. 	
Травма груди	Часто: Т, ДАо, ПТ Реже: ОКС, ОКР/ДПК	Выявление перикардального выпота, ушиба или разрыва миокарда, нарушений локальной сократимости, острой клапанной регургитации и диссекции аорты.	При незначительной травме грудной клетки, не сопровождающейся изменениями на ЭКГ и биомаркерами повреждения.
Остановка сердца/сердечно-легочная реанимация	Часто: ОКС, ТЭЛА, Т Реже: ДАо, МП, ОКР/ДПК, ПТ.	Определение (неожиданной) причины остановки сердца для оптимизации реанимационных мероприятий (например, тампонада, ТЭЛА, гиповолемия, гипертрофическая кардиомиопатия).	При невозможности проведения исследования во время реанимационных мероприятий.

с допущением, что форма полости ЛЖ представляет собой эллипс, строго говоря, неприменимы для оценки объёмов ПЖ. Это связано с тем, что форма ПЖ отличается от эллипсоидной, присущей ЛЖ. Общепринятой эхокардиографической методики вычисления объёмов ПЖ и, следовательно, его глобальной сократимости нет. Оценка глобальной сократимости ПЖ возможна с использованием импульсно-волнового режима доплеровской визуализации тканей (ДВТ). Снижение максимальной систолической скорости движения фиброзного кольца трёхстворчатого клапана менее 11,5 см/с из верхушечного доступа на 4 камеры может указывать на снижение глобальной сократимости ПЖ (фракция выброса менее 45%). Это справедливо, если у больного нет выраженной трёхстворчатой регургитации.

Ниже приводятся рекомендации Европейской ассоциации кардиоваскулярной визуализации по использованию эхокардиографии при неотложных ситуациях.

Рекомендации по применению ЭхоКГ в отделении интенсивной кардиологии (таблица 1).

ОКС – острый коронарный синдром; ОСН – острая сердечная недостаточность; ДАо – диссекция аорты; ОКР/ДПК – острая клапанная регургитация/дисфункция протеза клапана; МП – миоперикардит; ТЭЛА – тромбоэмболия легочной артерии; ПТ – пневмоторакс; Т – тампонада сердца.

Заключение.

Основной задачей ЭхоКГ-исследования при неотложных состояниях является быстрая оценка структурных и функциональных нарушений сердца и крупных сосудов. В большинстве случаев исследование проводится в динамике в качестве объективного критерия результатов проводимого лечения. Например, оценка

локальной и глобальной сократимости ЛЖ в остром периоде ИМ, что объективизирует наличие жизнеспособного миокарда и уменьшение зоны некроза. Ключевыми условиями эффективной диагностической работы являются: наличие современного компактного оборудования; высокая квалификация врача ультразвуковой диагностики, проявляющаяся в выведении наиболее информативных и диагностически значимых изображений; знание ургентной кардиологии; умение врача отделения интенсивной терапии точно сформулировать диагностическую задачу; доступность проведения ЭхоКГ в течение 24 ч; все исследования должны быть записаны и при необходимости вновь просмотрены и проанализированы.

Современная кардиология невозможна без знания анатомо-функциональных особенностей сердца, которая в первую очередь основывается на данных ЭхоКГ. При неотложных состояниях данные ультразвуковой диагностики позволяют быстро поставить диагноз или оказать существенную помощь в планировании лечебных мероприятий (перикардиоцентез, антибактериальная и противовоспалительная терапия, реваскуляризация миокарда, операции на клапанах сердца и др.).

Сегодня трудно переоценить значение ЭхоКГ-исследования при неотложных состояниях, что отражено в рекомендациях Европейской ассоциации кардиоваскулярной визуализации (ЕАСVI) и данное направление в настоящее время активно развивается.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Автор данной статьи подтвердил отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice guidelines (Committee on Clinical Application of Echocardiography). ACC/AHA guidelines for the clinical application of echocardiography. *Circulation*. 1997; 95: 1686–1744.
2. Emergency echocardiography: the European Association of Cardiovascular Imaging recommendations. *European Heart Journal – Cardiovascular Imaging*. 2013; 14: 1–11.
3. Рыбакова М.К., Алёхин М.Н., Митьков В.В. Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Эхокардиография. Издание 2-е, исправленное и дополненное. Видар-М, 2008.
4. Фейгенбаум Х. Эхокардиография. 5-е издание. Москва, Видар, 1999.
5. Oh J.K., Seward J.B., Tajik A.J. *The Echo Manual*. Third edition. Lippincott Williams & Wilkins, 2007.
6. Toronto General Hospital Department of Anesthesia Periopera-

7. Roberto M. Lang, Michelle Bierig et al. Recommendations for Chamber Quantification: A Report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, Developed in Conjunction with the European Association of Echocardiography, a Branch of the European Society of Cardiology. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2005; 18 (12): 1440–1463.
8. Otto C.M. *Textbook of Clinical Echocardiography*. Fourth edition. Ventricular Diastolic Filling and Function. Elsevier, 2009.
9. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2016; 29:

References:

1. Report of the American College of cardiology/American heart Association task force on practical guidelines (Committee on clinical Application of Echocardiography). The leadership of the ACC/Aha on the clinical application of echocardiography. *Circulation*. 1997; 95: 1686-1744
2. Emergency Echocardiography: recommendations of the European Association of cardiovascular imaging. *European Heart Journal – Cardiovascular Imaging*. 2013; 14: 1-11.
3. Rybakova, M. K., Alekhin M. N., Mitkov V.V. A practical guide to ultrasound diagnostics. *Echocardiography. The 2nd edition, revised and enlarged. Vidar-M, 2008 (in Russian)*.
4. Feigenbaum H. *Echocardiography. 5th edition. Moscow, Vidar, 1999 (in Russian)*.
5. Oh J. K., Seward J. B., Tajik, A. J. *The Echo Manual. Third edition. Lippincott Williams And Wilkins, 2007*.
6. The Department of General anaesthesia, Perioperative interactive education Toronto General hospital. Available at: www.pie.med.utoronto.ca/TEE/TEE_content/TEE_spectral_lvot.html
7. Roberto M. Lang, Michelle Bierig et al. Recommendations for chamber quantification: a report of the American society recommendations and the Committee on standards of Echocardiography and quantitative analysis of the camera recordings by the group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European society of cardiology. *The journal of the American society of Echocardiography*. 2005; 18 (12): 1440-1463.
8. Otto, C. M. *Textbook of Clinical Echocardiography. Fourth edition. Ventricular diastolic filling and function. Elsevier, 2009*.
9. Recommendations for the assessment of Diastolic function of the left ventricle by Echocardiography: an update from the American society of Echocardiography and the European Association of cardiovascular imaging. *J. I SOC Echocardiogr*. 2016; 29: 277-314.

КОМПЛЕКСНАЯ ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА ОСТЕОНЕКРОЗОВ У ДЕЗОМОРФИНЗАВИСИМЫХ ПАЦИЕНТОВ НА ДО - И ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ЭТАПАХ ЛЕЧЕНИЯ

Бабкова А.А.

Лауреат Премии молодым ученым имени Ю.Н. Соколова за научную работу по лучевой диагностике Конгресса «Радиология – 2016»

Цель исследования. Определение диагностической эффективности методов лучевой диагностики (ортопантомография, рентгенография черепа, мультиспиральная компьютерная томография, конусно-лучевая компьютерная томография, радионуклидная диагностика) в комплексной оценке остеонекрозов у дезоморфинзависимых пациентов на до- и послеоперационных этапах лечения.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 85 пациентов. Среди пациентов количество женщин составило 7 человек (8%), мужчин – 78 человек (92%). Ортопантомография и рентгенография черепа, мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) проводились всем пациентам на до- и послеоперационном этапах (n=85; 100%). 30 пациентам (35%) проведена конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ). 19 пациентам (22%) проведена радионуклидная диагностика.

Результаты и обсуждение. Применение полного спектра высокотехнологичных лучевых методов диагностики (МСКТ, КЛКТ, радионуклидная диагностика) у дезоморфинзависимых пациентов на всех этапах лечения позволяет своевременно и в полном объеме установить распространенность патологического процесса, помогает спланировать тактику дальнейшего хирургического лечения у данной категории пациентов, определить характер последующих реконструктивно-восстановительных вмешательств и реабилитации пациентов.

Заключение. Комплексная лучевая диагностика остеонекрозов у дезоморфинзависимых пациентов с применением современных и высокоинформативных лучевых методов исследования является обязательным этапом ведения пациентов данной категории как на до-, так и на послеоперационном этапах лечения.

Ключевые слова: остеонекрозы, дезоморфин, наркомания, мультиспиральная компьютерная томография, МСКТ, конусно-лучевая компьютерная томография, КЛКТ, радионуклидная диагностика.

Контактный автор: Бабкова А.А., an4i1@yandex.ru

Для цитирования: Бабкова А.А. Комплексная лучевая диагностика остеонекрозов у дезоморфинзависимых пациентов на до- и послеоперационном этапах лечения. REJR. 2016; 6 (3):21-29. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-21-29.

Статья получена: 27.05.2016

Статья принята: 10.06.2016

COMPLEX RADIOLOGICAL DIAGNOSIS OF OSTEONECROSIS IN DESOMORPHINE DEPENDENCE PATIENTS AT THE PRE - AND POSTOPERATIVE STAGES OF TREATMENT

Babkova A.A.

Purpose. Determination of the effectiveness of diagnostic radiology methods (orthopantomography, X-rays of the skull, multislice computed tomography, cone beam computed tomography, radionuclide diagnostics) in a comprehensive assessment of osteonecrosis patients on the pre- and postoperative stages of treatment.

ФГБОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова». г. Москва, Россия

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University. Moscow, Russia.

Materials and methods. The study included 85 patients. Among the patients, the number of women was 7 people (8%), men – 78 people (92%). Orthopantomography and skull radiography, multislice computed tomography (MSCT) were performed in all patients in the pre- and postoperative periods (n=85; 100%). Thirty patients (35%) underwent cone-beam computed tomography (CBCT). Nineteen patients (22%) underwent radionuclide diagnostics.

Results. The application of full spectrum of radiological high-tech methods (MSCT, CBCT, radionuclide diagnostics) in patients at all stages of treatment allowed full and timely investigation in establishing the prevalence of pathological process, helped planning a strategy for further surgical treatment in these patients, to determine the nature of the subsequent reconstructive surgery and rehabilitation of patients.

Conclusion. Complex radiological diagnosis of osteonecrosis in desomorphine dependence patients using modern and highly informative radiology methods is an obligatory step in the management of patients in this category both in pre- and postoperative stages of treatment..

Keywords: osteonecrosis, desomorphine, drug addiction, multislice computed tomography, MSCT, cone-beam computed tomography, CBCT, radionuclide diagnosis.

Corresponding author: Babkova A.A. an4i1@yandex.ru

For citation: Babkova A.A. Complex radiological diagnosis of osteonecrosis in desomorphine dependence patients at the pre- and postoperative stages of treatment. REJR. 2016; 6 (3):21-29. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-21-29.

Received: 27.05.2016

Accepted: 10.06.2016

Наркозависимость – эпидемия, захватывающая целые регионы Российской Федерации, поражающая, преимущественно, молодое и трудоспособное население. На международной арене острых социальных проблем по степени важности наркомания, наряду с алкогольной зависимостью, стоит на втором месте после терроризма. Двадцать первый век – эпоха дешевых синтетических наркотических препаратов, таких как метадон, первитин, дезоморфин и другие. Если первитин получил наибольшую распространенность в ряде стран бывшего СССР, то дезоморфин стал самым употребляемым синтетическим наркотиком на территории РФ, особенно в некоторых регионах. Дезоморфин («Крокодил») изготавливается в домашних условиях из кодеинсодержащих медицинских препаратов, а также ряда высокотоксичных химических средств. При его длительном внутривенном введении возникают патологические остеонекротические изменения костей, преимущественно лицевого скелета. В дальнейшем формируются деформации, что приводит к глубокой инвалидизации и социальной дезадаптации пациентов. Таким образом, на настоящий момент актуальной проблемой остается своевременная комплексная лучевая диагностика остеонекрозов у дезоморфинзависимых пациентов, как на до-, так и на послеоперационном этапах ведения, с целью выбора оптимальной тактики лечения, а также оценки

проведенного хирургического вмешательства.

Дезоморфин («Крокодил») – синтетический наркотик, изготавливаемый кустарным способом в домашних условиях путем экстрагирования из кодеинсодержащих медицинских препаратов («Коделак», «Седал-М» и т.д.) с добавлением ряда химических веществ: бензина, соды, йода, ацетона, красного фосфора и других [1]. Вплоть до 01.06.2012 года данные кодеинсодержащие препараты находились в безрецептурной продаже в аптечных сетях. На территории РФ наиболее широкое распространение дезоморфин получил, начиная с 2003 года. К 2012 году данный наркотик занял второе место в общем объеме употребляемых наркотических средств в стране после героина [2]. Однако, несмотря на введенный с 01.06.2012 году запрет на безрецептурную продажу кодеинсодержащих препаратов на территории России, в ведущие лечебные учреждения РФ ежедневно обращаются пациенты, употребляющие дезоморфин.

Одним из составляющих компонентов наркотика является красный фосфор, который вызывает развитие атипичных остеонекрозов костей лицевого черепа при внутривенном введении дезоморфина [3]. Характерными особенностями таких остеонекрозов являются: затяжное течение патологического процесса с резистентностью к стандартному медикаментозному лечению, тенденция к быстрому распространению. В конечном итоге это приводит к

деформациям челюстно-лицевой области с последующей инвалидизацией пациентов. Лечение данной патологии заключается в проведении радикальных оперативных вмешательств в пределах здоровых тканей, с одномоментной или отсроченной установкой никелид титановых имплантатов на месте резецированных структур [4]. Для получения оптимального результата хирургического лечения необходима своевременная оценка патологических изменений костной ткани, правильная интерпретация распространенности зон остеонекроза [5].

Диагностика данной патологии и последующее планирование оперативного вмешательства в настоящее время основаны на результатах применения комплекса методов лучевых исследований, таких как ортопантомография (ОПТГ), рентгенография черепа, мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ), конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ), в ряде случаев также радионуклидной диагностики.

Цель и задачи исследования.

Определить диагностическую эффективность методов лучевой диагностики (ортопантомография, рентгенография черепа, МСКТ, КЛКТ, радионуклидная диагностика) в оценке остеонекрозов у дезморфинзависимых пациентов на до- и послеоперационном этапах лечения.

Материалы и методы.

Было обследовано 85 наркозависимых пациентов, отмечавших в анамнезе употребление дезморфина. Возраст больных варьировал от 18 до 40 лет. Среди пациентов количество женщин составило 7 человек (8%), мужчин – 78 человек (92%). Длительность приема дезморфина у данной группы пациентов составила от 2 месяцев до 10 лет. При поступлении в клинику всем больным было произведено клиническое обследование по стандартной схеме. Рентгенологическими методами диагностики у данных пациентов явились: ортопантомография, рентгенография черепа, МСКТ, КЛКТ, остеосцинтиграфия.

Ортопантомография («ORTHOPANTOGRAPH OP 100»), рентгенография черепа («Silhouette HF» General Electric Medical Systems) проводились всем пациентам (n=85; 100%) на до- и послеоперационном этапах в стандартной укладке. Всем пациентам (n=85; 100%) данной группы на двух этапах исследования была проведена компьютерная томография на мультиспиральном компьютерном рентгеновском томографе («Somatom Sensation» Siemens). Укладка выполнялась при позиционировании пациента лежа на спине, в соответствии со световыми разметками, которые проецировались на лицо пациента. 30 пациентам (35%) на двух этапах была проведена КЛКТ. Данный вид исследования выполнялся на ап-

парате «Galileos» (Sirona) с коническим лучом рентгеновского излучения, со специальным режимом FaceScan, при позиционировании пациентов стоя, в соответствии с лазерными метками. Ряд пациентов данной группы предъявлял жалобы на боли, дисфункцию, отеки со стороны локтевых, тазобедренных, коленных суставов. 19 пациентам (22%) проведена радионуклидная диагностика – остеосцинтиграфия на гамма-камере (General Electric) с применением радиофармпрепарата (РФП) ^{99m}Tc -пирфотеха по стандартной методике (сканирование проведено до уровня коленных суставов).

Результаты исследования.

На этапе первичной консультации у 85 пациентов (100%) были применены ортопантомография, рентгенография черепа. При анализе полученных диагностических изображений было выявлено, что у 25 пациентов (31%) очаги остеонекроза локализовались в области верхней челюсти, у 36 (45,5%) – в области нижней челюсти, в 23% случаев (n=18) патологический процесс распространялся на обе челюсти. Участки остеосклероза определялись по данным преимущественно ОПТГ более чем в половине случаев (n=43, 55%). Их локализация соответствовала областям углов, ветвей нижней челюсти, локально вокруг очага деструкции, либо их сочетание. В ряде случаев определялся остеосклероз в области венечного и мышечкового отростков нижней челюсти. Линия перелома выявлена у 22,3% (n=19) пациентов, преимущественно в области углов, ветвей и тела нижней челюсти. Явления периостита выявлялись у пациентов в 36% случаев (n=31). В 7,5% (n=5) отмечался линейный периостит, местами переходящий в слоистый, в 84% (n=26) определялся выраженный слоистый луковичный тип (Рис. 1). Секвестры определялись в 18 случаях (21%), однако достоверно указать характер секвестров, точную локализацию не удалось в связи с ограничениями данных методов. Изменения периодонтальной щели отмечались у 56 пациентов (66%): преобладало ее расширение (n=28, 33%), выявлено ее расширение и склерозирование (n=16, 19%), склерозирование без расширения (n=10, 12%), у 2 пациентов (2%) отмечалось сужение периодонтальной щели. В 34% случаев (n=29) выраженных изменений периодонтальной щели не выявлено. Лунки ранее удаленных зубов в 56 случаях (66%) не определялись, у 14 пациентов (16,5%) выявлены лунки без признаков склерозирования, в 30,5% (n=26) отмечался их склероз. По данным ортопантомографии и рентгенографии черепа отмечалось уменьшение размера челюстей за счет наличия выраженного очага остеонекроза (n=54, 63,5%), у 14 пациентов (16,5%) значительного изменения размеров челюстей выявлено не было. В 20% (n=17) случаев определялось увеличение размера нижней



Рис. 1,а.



Рис. 1,б.

Рис. 1. Ортопантомограмма (а), рентгенограмма черепа в прямой проекции (б).

Определяется очаг деструкции костной ткани от зуба 3.3 до уровня верхней трети ветви нижней челюсти справа, с вовлечением канала нижнечелюстного нерва справа. Неполная вторичная адентия: отсутствуют зубы 1.1, 1.8, 2.6, 2.8, 3.6, 3.8, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8. Отмечается секвестрация костной ткани в области ветви, угла, тела нижней челюсти справа, очаги остеосклероза в области ветви, угла, тела нижней челюсти справа, вокруг очага деструкции. В проекции угла, тела нижней челюсти справа визуализируются периостальные наслоения слоистого типа с четкими, местами прерывистыми контурами.

челюсти за счет слоистого периостита. Однако определить точные размеры, толщину альвеолярного и небного отростков верхней челюсти, размеры нижней челюсти, состояния верхнечелюстных синусов по данным проведенных традиционных рентгенологических методик оказалось невозможным.

При проведении МСКТ (n=85; 100%), КЛКТ (n=30; 35%) критерии оценки диагностических исследований были аналогичны. В 48% (n=41) случаев очаг деструкции локализовался в области нижней челюсти, в 24% (n=20) в области верхней челюсти, у 24 (28%) пациентов патологический процесс захватывал обе челюсти. Методы позволили оценить изменения структуры костной ткани челюстно-лицевой области: чередование зон остеосклероза с зонами остеопороза у 24 пациентов (28%). Очаги остеонекроза по данным МСКТ (КЛКТ) имели неправильную форму, сливающийся характер. Отмечалось отсутствие четкой демаркационной зоны. По данным МСКТ секвестры были выявлены у 35 пациентов (41%), имели в ряде случаев губчатый, кортикальный, смешанный характер. Среди этой группы пациентов свищевые ходы в мягких тканях определялись у 18 пациентов (51,5%), при этом часть секвестров относилась к пенетрирующему типу (n=6, 33%). По данным МСКТ (КЛКТ) явления периостита выявлены у 50 пациентов (59%). В 23 случаях (46%) определялся выраженный слоистый характер периостальных наслоений, преимущественно в области нижней челюсти (Рис. 2). МСКТ (КЛКТ) также позволили точно оценить состояние периодонтальной щели. Отмечались ее расширение и

склероз у 79 пациентов (93%). По данным МСКТ (КЛКТ) лунки удаленных зубов не определялись в 56 случаях (66%), у 29 пациентов (34%) отмечался их склероз. При поражении верхней челюсти у 35% пациентов (n=30) отмечалось вовлечение в патологический процесс стенок верхнечелюстных синусов, также скуловых, небных (n=35, 41%), в ряде случаев лобных отростков верхнечелюстных костей (n=7, 8%). У 25 пациентов (29,5%) по данным проведенной МСКТ (КЛКТ) выявлялось распространение патологического процесса на глазничную часть лобной кости, крылонебные отростки основной кости, сошник. Метод МСКТ (КЛКТ) позволил оценить состояние околоносовых синусов. Перелом нижней челюсти определялся у 22,3% (n=19) (Рис. 3). Таким образом, применение у пациентов с остеонекрозами МСКТ (КЛКТ) существенно дополняет информацию о состоянии костных структур и локализации патологического процесса, полученную при использовании традиционных рентгенологических методик.

Также 19 пациентам (22%) на этапе первичной консультации была проведена остеосцинтиграфия. Критериями оценки явились локализация и степень накопления радиофармпрепарата (РФП). При проведении остеосцинтиграфии у 19 пациентов определялась гиперфиксация РФП в области костей лицевого скелета: верхней, нижней челюстей (n=19, 100%), в области глазниц – у 6 пациентов (32%), в проекции скуловых костей (n=5; 26%). Исследование проведено до уровня коленных суставов (включительно). Накопление РФП также отмечалось в области тела и рукоятки грудины (n=6;



Рис. 2,а.

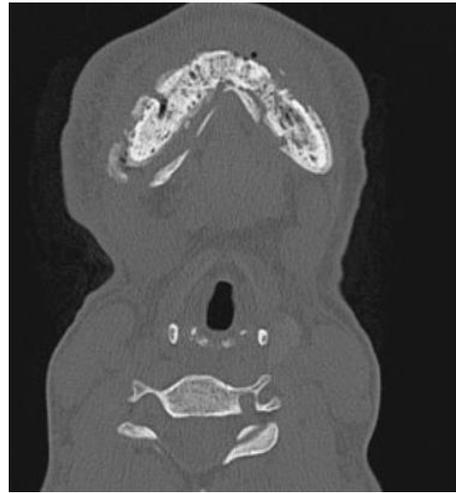


Рис. 2,б.

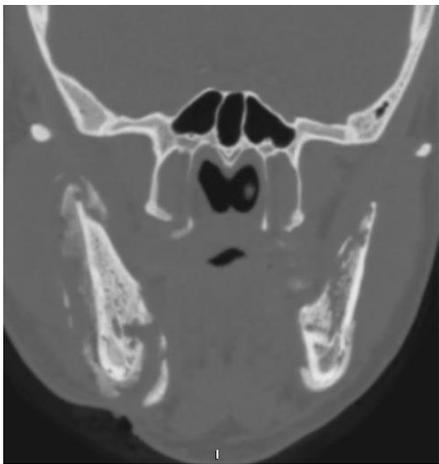


Рис. 2,в.

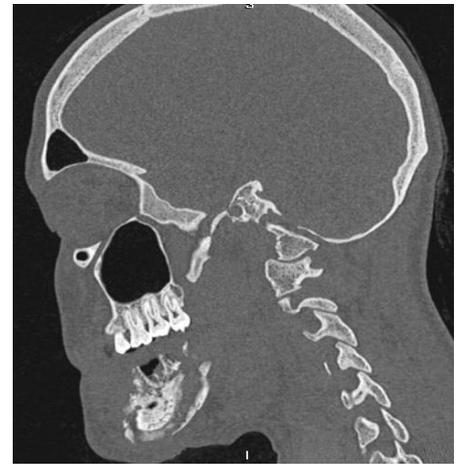


Рис. 2,г.

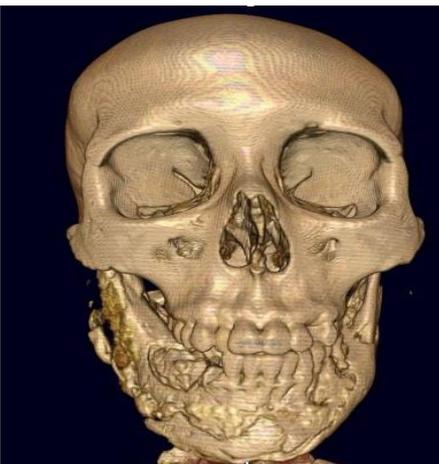


Рис. 2,д.

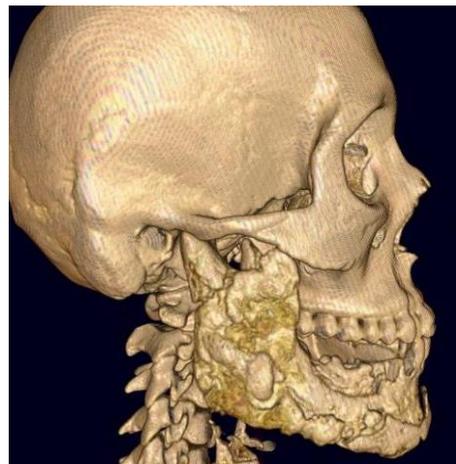


Рис. 2,е.

Рис. 2. МСКТ. Аксиальная (а,б), коронарная (в), сагиттальная (г) реконструкции в MIP режиме, 3D-реконструкции (д, е).

Отмечается обширный очаг деструкции нижней челюсти без четких и ровных контуров. В области очага деструкции определяются признаки секвестрации костной ткани. В области отростков, ветвей, угла и тела нижней челюсти (преимущественно справа) визуализируются выраженные периостальные наслоения слоистого типа.

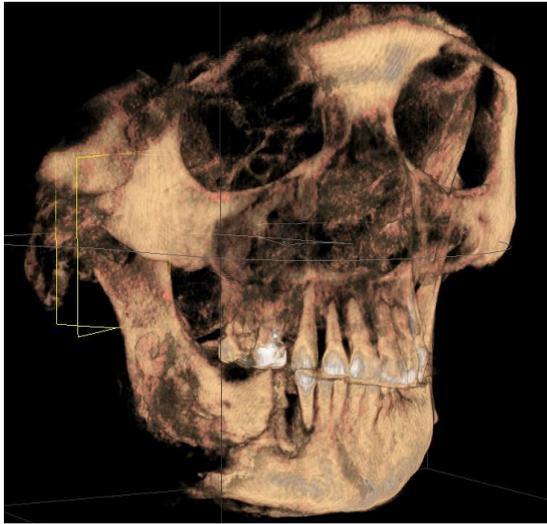


Рис. 3,а.



Рис. 3,б.

Рис. 3. КЛКТ. 3D-реконструкция (а), 3D-реконструкция в режиме FaceScan (б).

В области тела нижней челюсти справа определяется патологический перелом со смещением костных отломков. Частичная вторичная адентия.

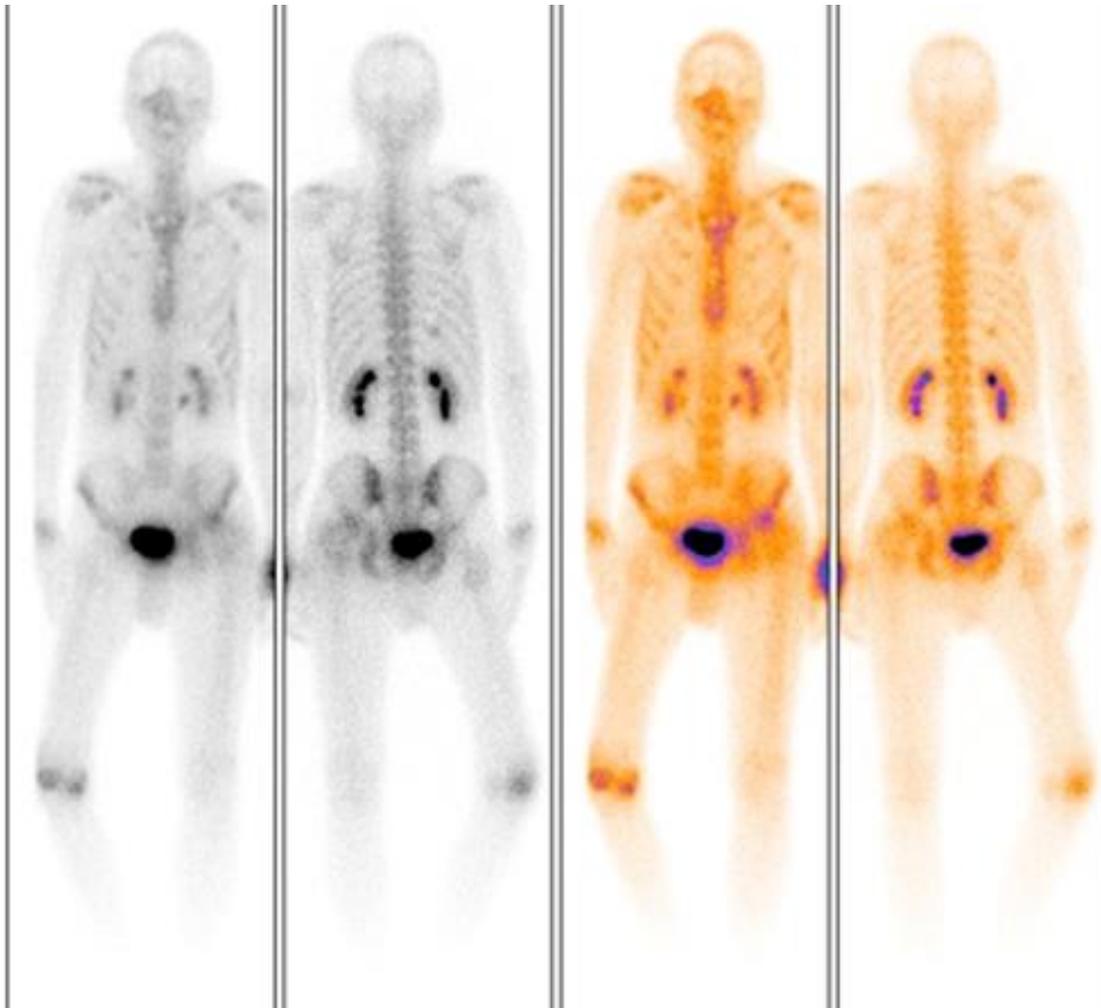


Рис. 4. Остеосцинтиграмма.

Определяются зоны повышенного накопления РФП в проекции тела верхней челюсти и скуло-глазничного комплекса справа, костей носа, также накопление индикатора отмечается в области правого коленного сустава, рукоятки и тела грудины.

32%), в области ключиц, головок плечевых костей (n=4; 21%), гребней подвздошных костей (n=5; 26%). Гиперфиксация РФП у 2 пациентов (11%) определялась в проекции локтевых, а у 3 пациентов (16%) в проекции коленных суставов, что соответствовало жалобам на дисфункцию, отек, боль, деформацию в области данных анатомических областей (Рис. 4). Тем самым проведенное радионуклидное исследование дополнило результаты других лучевых методов диагностики остеонекрозов и позволило наряду с МСКТ, КЛКТ наиболее полноценно охарактеризовать протяженность, локализацию патологического процесса и выбрать наиболее оптимальную тактику дальнейшего ведения данной группы пациентов.

По результатам совокупности клинкорентгенологических данных, полученных при обследовании, пациентам был поставлен диагноз «Токсический фосфорный остеонекроз» соответствующих костей лицевого скелета. В зависимости от локализации и степени поражения костной ткани проведены различные оперативные вмешательства. В послеоперационном периоде 85 пациентам (100%) проведены традиционные рентгенологические методики лучевой диагностики: ортопантомография, рентгенография черепа в прямой проекции. Критериями оценки проведенных исследований явились: состояние эндопротезов (в случае их установки у 46 пациентов (54%)), наличие костных фрагментов и инородных тел, полнота проведенного оперативного вмешательства. При проведении МСКТ (n=85; 100%), КЛКТ (n=30; 35%) в раннем послеоперационном периоде

критерии оценки диагностических исследований были аналогичны (Рис. 5).

По данным традиционных рентгенологических методик выявлено соответствие установленных никелид титановых эндопротезов и точное повторение хода удаленной нижней челюсти у 35 пациентов (76%). В 11 случаях (24%) отмечалось неудовлетворительное состояние установленных имплантатов. Разрыв сетчатого эндопротеза (n=4; 36%). У 14 пациентов (16,5%) определялось наличие костных фрагментов в области резецированных челюстей. Все резекции проводились в пределах здоровых тканей. Однако, традиционные рентгеновские методы не позволили полноценно охарактеризовать проведенное хирургическое лечение, в том числе при распространении патологического процесса на соседние анатомические структуры. Данные полученные при применении МСКТ (n=85; 100%), КЛКТ (n=30; 35%) в оценке состояния эндопротезов, наличия костных фрагментов в области резекции соответствовали таковым при применении традиционных рентгенологических методик. Однако, результаты, полученные с помощью МСКТ, КЛКТ, позволили достоверно оценить полноту ранее проведенного оперативного вмешательства у данной группы пациентов: сохранения остеонекротических изменений в области клиновидной, височных костей, сошника, глазничной части лобной кости (n=25; 29,5%), стенок верхнечелюстных синусов (n=30; 35%), небных, скуловых (n=35, 41%), лобных отростков верхнечелюстных костей (n=7, 8%), что свидетельствует о сохранении патологического процесса у данной группы пациентов



Рис. 5,а.

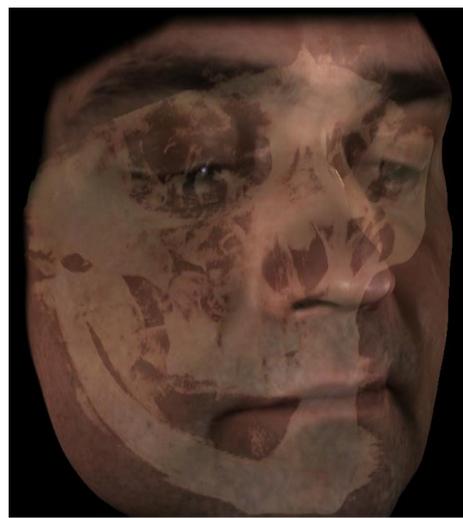


Рис. 5,б.

Рис. 5. КЛКТ. 3D-реконструкция (а), 3D-реконструкция в режиме FaceScan (б).

Определяется послеоперационный дефект тела нижней челюсти справа до уровня угла. В зоне дефекта визуализируется установленный имплантат в виде перфорированной никелид титановой пластины. Пластина анатомически достаточно точно повторяет ход нижней челюсти.

и необходимости в будущем проведения повторных оперативных вмешательств.

Обсуждение.

Остеонекрозы челюстно-лицевой области у дезоморфинзависимых пациентов в настоящее время являются острой социальной и медицинской проблемой. К группе риска относятся молодые люди трудоспособного возраста, преимущественно мужского пола. Развитие заболевания ведет к стойкой инвалидизации и снижению качества жизни пациентов. В настоящее время не существует единого подхода в диагностике, лечении и послеоперационном ведении данной категории пациентов. Рентгенологические методы исследования играют ведущую роль в диагностике остеонекроза, оценки его распространенности, точной локализации, также в планировании необходимого объема и характера последующего оперативного вмешательства. В связи с наличием суммационного эффекта, недостаточной визуализацией фронтальных отделов челюстей, околоносовых синусов, невозможностью оценки истинной распространенности патологического процесса, структуры и плотности костных и мягких тканей в области исследования, традиционные рентгенологические методики (ортопантомография, рентгенография черепа в прямой проекции) позволяют составить лишь примерное представление о состоянии челюстей и прилежащих анатомических структур при остеонекрозе скелета челюстно-лицевой области [6]. Таким образом, данные методы не могут являться ведущими в диагностике патологии и планировании дальнейшего хирургического вмешательства.

Современные высокотехнологичные методы лучевой диагностики (мультиспиральная компьютерная томография, конусно-лучевая компьютерная томография, остеосцинтиграфия) существенно расширили спектр возможностей клинично-рентгенологического обследования у дезоморфинзависимых пациентов с остеонекрозами при планировании оперативного вмешательства. Методы позволили провести точную оценку локализации, распространенности патологического процесса, вовлечения в процесс прилежащих анатомических структур, изменений со стороны мягких тканей, наличие патологических изменений костных структур за пределами челюстно-лицевой области, что напрямую определило в последующем тактику оперативного вмешательства и дальнейшего ведения данной группы пациентов [7]. Также без помощи этих методов невозможно произвести полноценную послеоперационную диагно-

стику с оценкой эффективности проведенного хирургического вмешательства.

Заключение.

Высокотехнологичные методы лучевой диагностики (мультиспиральная компьютерная томография, конусно-лучевая компьютерная томография, радионуклидная диагностика) по многим показателям превосходят традиционные рентгенологические методики. Комплекс лучевых методов исследования остеонекрозов у дезоморфинзависимых пациентов является неотъемлемой частью клинично-диагностического обследования для планирования необходимого оперативного вмешательства, определения тактики дальнейшего ведения данных пациентов, последующих реконструктивно-восстановительных хирургических вмешательств и реабилитации пациентов.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Работа выполнена в рамках реализации Гранта Президента РФ молодым российским ученым – докторам наук «Разработка новых лучевых технологий и алгоритмов их применения в 3D моделировании, диагностике и мониторинге лечения заболеваний и повреждений челюстно-лицевой области».

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Благодарность.

Автор данной работы выражает искреннюю благодарность профессору, д.м.н., заведующей отделом НИО "Гибридных технологий лучевой медицины" НИЦ Наталье Сергеевне Серовой, профессору, д.м.н., Директору НОК центра "Новых технологий в челюстно-лицевой хирургии", заведующему кафедрой госпитальной хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии стоматологического факультета Юрию Алексеевичу Медведеву, доценту кафедры госпитальной хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии стоматологического факультета, к.м.н. Евгению Михайловичу Басину, заведующему отделом радионуклидной диагностики, к.м.н. Паше Сергею Платоновичу. Автор выражает благодарность сотрудникам кабинета рентгеновской компьютерной томографии Российско-Японского научно-образовательного центра визуализации сердца, отделения радионуклидной диагностики УКБ №1 Первого МГМУ им. И.М.Сеченова за непосредственное участие и поддержку в проведении исследования.

Список литературы:

1. Катаев С.С., Зеленина Н.Б., Шилова Е.А. Определение дезоморфина в моче. Проблемы экспертизы в медицине.

2007; 1: 32-36.

2. Данные Федеральной службы по контролю за оборотом

наркотиков (ФСКН). Доступно на <http://www.fskn.gov.ru/includes/periodics/review/2013/1218/181228068/detail.shtml> (по состоянию на 18 декабря 2013 года).

3. Бабкова А.А., Курешова Д.Н., Серова Н.С., Паша С.П., Басин Е.М. Комплексная лучевая диагностика остеонекрозов у дезоморфинзависимых пациентов. *REJR*. 2015; 5 (4): 13-23.

4. Медведев Ю.А., Басин Е.М. Фосфорные некрозы челюстей.

Врач. 2012; 1: 21-25.

5. Серова Н.С., Курешова Д.Н., Бабкова А.А., Басин Е.М. Многосрезовая компьютерная томография в диагностике токсических фосфорных некрозов челюстей. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2015; 5: 11-16.

6. Гордина Г.С., Серова Н.С., Дробышев А.Ю., Глушко А.В., Фоминых Е.В. Методика обработки данных мультиспиральной компьютерной томографии у пациентов с аномалиями зубочелюстной системы. *REJR*. 2014; 4 (2): 53-62.

References:

1. Kataev S.S., Zelenina N.B., Shilova E.A. The determination of desomorphine in the urine. *Problems of expertise in medicine*. 2007; 1: 32-36 (in Russian).

2. Data of the Federal service for control over drug trafficking (FSKN). Available at: <http://www.fskn.gov.ru/includes/periodics/review/2013/1218/181228068/detail.shtml> (accessed 18 December 2013) (in Russian).

3. Babkova A.A., Kureshova D.N., Serova N.S., Pasha S.P., Basin E.M. Complex radiological diagnosis of osteonecrosis in desomorphine dependence patients. *REJR*. 2015; 5 (4): 13-23 (in

Russian).

4. Basin E.M., Medvedev Yu.A. Phosphorus necrosis of the jaws. *Doctor*. 2012; 1: 21-25 (in Russian).

5. Serova N.S., Kureshova D.N., Babkova A.A., Basin E.M. Multislice computed tomography in the diagnosis of toxic phosphorus necrosis of the jaws. *Journal of Roentgenology and Radiology*. 2015; 5: 11-16 (in Russian).

6. Gordina G.S., Serova N.S., Drobyshev A.Yu., Glushko A.V., Fominykh E.V. Technique of data processing of multislice computed tomography in patients with anomalies of the dentition. *REJR*. 2014; 4 (2): 53-62 (in Russian).

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ НЕЙРОВИЗУАЛИЗАЦИИ И ТРЕХМЕРНОГО НАВЕДЕНИЯ ВО ВРЕМЯ РЕНТГЕНЭНДОВАСКУЛЯРНЫХ ЛЕЧЕБНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ

Гегенава Б.Б.

Лауреат Премии молодым ученым имени Ю.Н. Соколова за научную работу по лучевой диагностике Конгресса «Радиология – 2016»

Проблема лечения сосудистых заболеваний головного мозга – интракраниальных аневризм (ИА) и артериовенозных мальформаций (АВМ) – имеет важное медико-социальное значение.

ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского. г. Москва, Россия.

Цель исследования. Оценить возможности и преимущества использования технологии трехмерного наведения для эндоваскулярной эмболизации интракраниальных аневризм и артериовенозных мальформаций.

Материалы и методы. За период с 2010 г. до 2013 г. в отделении ангиографии рентгенологического отдела МОНИКИ было произведено 103 лечебных вмешательства у 90 пациентов с ИА и АВМ. Во время вмешательств, для проведения эндоваскулярного инструментария по церебральным сосудам и катетеризации полости интракраниальных аневризм и артерий, питающих АВМ, применялась технология трехмерного наведения (3D-roadmapping).

Результаты. Эндоваскулярная эмболизация с применением методики 3D-roadmapping была выполнена в 65 случаях (63%). Был разработан комплексный алгоритм диагностики и рентгенэндоваскулярного лечения ИА и АВМ с применением технологии трехмерного наведения.

Заключение. Опыт применения технологий трехмерного наведения в лечении интракраниальных аневризм и АВМ в нашей клинике убедительно показал, что их использование увеличивает эффективность и безопасность вмешательств. В сравнении с двухмерной навигацией прослеживается тенденция к уменьшению эффективной дозы облучения, отмечается статистически значимое уменьшение объема используемого во время эмболизации контрастного вещества, а также сокращение времени суперселективной катетеризации аневризмы и афферентной артерии АВМ.

Ключевые слова: 3D-наведение, интракраниальная аневризма, артериовенозная мальформация, эмболизация.

Контактный автор: Гегенава Б.Б., gegenava_boris@dr.com

Для цитирования: Гегенава Б.Б. Применение современных методов нейровизуализации и трехмерного наведения во время рентгенэндоваскулярных лечебных вмешательств. REJR. 2016; 6 (3):30-37. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-30-37.

Статья получена: 27.05.2016

Статья принята: 10.06.2016

USAGE OF MODERN METHODS OF NEURO VISUALIZATION AND THREE-DIMENSIONAL NAVIGATION DURING NEURO ENDOVASCULAR INTERVENTIONS

Gegenava B.B.

Treatment of vascular brain diseases - intracranial aneurysm (IA) and arteriovenous malformations (AVMs) - has an important medical and social value.

Purpose. To evaluate the opportunities and advantages of endovascular treatment of intracranial aneurysms (IA) and arteriovenous malformations (AVM) using three-dimensional navigation (3D-roadmapping).

Materials and methods. During 2010-2013 years 103 embolizations of IA and AVM in 88 patients were performed in our angiography department. 3D-roadmapping technique was applied for guidance of endovascular tools in cerebral arteries and catheterization the IA cavity and AVM-feeding arteries during the procedure.

Results. Endovascular interventions with 3D-roadmapping were performed in 65 (63%) cases. Complex algorithm of diagnosis and endovascular treatment of IA and AVM using 3D-roadmapping was introduced.

Conclusion. Our experience of endovascular embolization of IA and AVM with 3D-roadmapping convincingly showed that usage of this technique is possible and effective. In comparison with two-dimensional navigation there was a tendency in reduction of the effective exposure dose, also there was a statistically significant decrease of amount of contrast material, and of time for superselective catheterization of AVM-feeding arteries and IA cavity.

Keywords: 3D-roadmapping, intracranial aneurysms, arteriovenous malformations, embolization.

Corresponding author: Gegenava B.B., gegenava_boris@dr.com

For citation: Gegenava B.B. Usage of modern methods of neuro visualization and three-dimensional navigation during neuro endovascular interventions. REJR. 2016; 6 (3):30-37. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-30-37.

Received: 27.05.2016

Accepted: 10.06.2016

Проблема лечения сосудистых заболеваний головного мозга – интракраниальных аневризм (ИА) и артериовенозных мальформаций (АВМ) – имеет важное медико-социальное значение. Разрыв ИА является самой частой причиной субарахноидальных кровоизлияний (САК), составляя около 80% [1]. Второй по частоте причиной САК (10%) считается разорвавшаяся АВМ. При этом, САК, составляя половину всех спонтанных нетравматических внутричерепных кровоизлияний, в подавляющем большинстве случаев встречается у активной и трудоспособной части населения, в возрасте от 40 до 65 лет [1, 2].

Наиболее грозным осложнением разорвавшихся ИА и АВМ является повторный разрыв и кровоизлияние, поэтому все усилия должны быть направлены на максимальное снижение соответствующих рисков.

В этой связи, расширяются возможности и возрастает роль методов нейровизуализации в решении вопроса о выборе тактики и метода лечения. На сегодняшний день эндоваскуляр-

ная эмболизация стала неотъемлемым инструментом для оказания специализированной помощи больным с ИА и АВМ как на этапе первичного выявления заболевания, так и на фоне состоявшегося САК.

Для более эффективного проведения эндоваскулярных вмешательств необходимо не только предоперационное изучение сложной анатомии церебральных сосудов в зоне поражения, но и возможность использования этой крайне важной информации непосредственно во время операции. Такие условия появляются благодаря использованию технологии трехмерного наведения (3D-roadmapping, 3D-RM). Технология 3D-RM заключается в создании композитных изображений, на которых двухмерное рентгеноскопическое изображение в реальном времени накладывается на виртуальную трехмерную модель сосуда, полученную тем или иным способом (КТ-ангиография, 3D-ротационная ангиография).

В международной литературе в последние годы опубликованы единичные работы, пока-

M.F.Vladimirov Moscow Regional Research and Clinical Institute (MONIKI). Moscow, Russia.

зывающие актуальность использования и необходимость оптимизации технологии 3D-RM в интервенционной нейрорадиологии. Представляем свой опыт применения навигационных технологий в лечении ИА и АВМ.

Материалы и методы.

В основу работы положены результаты обследования и рентгенэндоваскулярного лечения (эмболизация ИА и АВМ), выполненного в отделении ангиографии рентгенологического отдела ГБУЗ МО МОНИКИ в течение 2010-2013 гг. Было выполнено 103 эндоваскулярных лечебных вмешательства 90 больным. В 45 случаях (44%) операция проводилась после состоявшегося внутривенного кровоизлияния. Возраст больных колебался от 20 до 73 лет (средний составил 45 лет). Среди пациентов было 62 женщины (60%) и 41 мужчина (40%). Для эмболизации ИА использовали отделяемые микроспиральи, для эмболизации АВМ – композиция гистоакрила и липиодола.

В настоящем исследовании были изучены особенности техники навигации, которые были использованы для продвижения эндоваскулярного инструментария по сосуду в необходимом направлении для суперселективной катетеризации интересующего нас анатомического участка (аневризма или узел мальформации) и последующей эмболизации. Поэтому выполненные нами вмешательства были разделены на три группы в зависимости от того, какой вариант навигации мы использовали во время вмешательства. Подобное разделение больных подразумевает, что в одну и ту же группу входили больные с ИА и АВМ.

I группа (группа сравнения) включала в себя 38 вмешательств (37%), во время которых была произведена эмболизация ИА (n=22 (58%)) или АВМ сосудов головного мозга (n=16 (42%)) с применением традиционной технологии двухмерного наведения.

II группа включала 49 эмболизаций (47,5%) ИА (n=31 (63%)) или АВМ сосудов головного мозга (n=18 (37%)) с применением 3DRA-roadmapping (3 DRA-RM, 3 DRA-наведение). Технология 3 DRA-RM включала выполнение трехмерной ротационной ангиографии церебральных сосудов и использование этих данных при создании композитного изображения для трехмерного наведения. Оно состояло из трехмерной модели церебральных сосудов, совмещенной с рентгеноскопическим изображением в реальном режиме времени.

III группа включала 16 эмболизаций (15,5%) ИА с применением КТ-наведения (CT-roadmapping, CT-RM). Технология CT-RM заключалась в использовании данных предоперационной КТ-ангиографии (КТА) при создании композитных изображений для трехмерного наведения, аналогично 3 DRA-наведению.

В качестве сравнительных критериев различных технологий навигации учитывались следующие параметры:

- 1) продолжительность вмешательства;
- 2) продолжительность навигации;
- 3) продолжительность рентгеноскопии;
- 4) эффективная доза облучения пациента;
- 5) объем используемого рентгеноконтрастного средства (РКС).

Продолжительность вмешательства (ПВ) определялась как время от его начала до полного завершения, которое фиксировалось в операционном журнале. ПВ рассчитывалась с момента пункции общей бедренной артерии и включала время проведения суперселективной катетеризации (аневризмы или узла мальформации), самой эмболизации и завершения операции. Следует отметить, что нередко во время одного вмешательства выполняется эмболизация нескольких аневризм или артерий, питающих АВМ. Поэтому для более корректного сравнения эффективности и удобства различных методов нейронавигации мы выполняли оценку продолжительности навигации.

Продолжительность навигации (ПН) рассчитывалась следующим образом:

1) в группе I (группа сравнения; эндоваскулярная эмболизация без применения трехмерного наведения) учитывалось время от начала навигации и до суперселективной катетеризации. В тех случаях, когда во время одной операции производилась многократная суперселективная катетеризация (например, при эмболизации узла из нескольких афферентных артерий), мы рассчитывали продолжительность только первой навигации. Началом навигации считалось время первой активизации двухмерного наведения, которое отражено на серии ангиограмм.

2) в группах II и III (эндоваскулярная эмболизация с применением 3D-навигации) учитывалось время от начала проведения трехмерной ротационной ангиографии (при 3 DRA-наведении) или бесконтрастной ротационной ангиографии (при КТ-наведении) до выполнения суперселективной ангиографии из микрокатетера. При эмболизации ИА, перед имплантацией спирали, мы всегда выполняли ангиографию из полости аневризмы. Также при эмболизации АВМ мы выполняли суперселективную ангиографию из дистальных отделов артерий, питающих мальформацию или узла мальформации.

Продолжительность рентгеноскопии (ПР) определялась как суммарное время рентгеноскопии за весь период операции, которое фиксировалась на мониторе ангиографа после завершения операции.

Эффективная доза облучения (ЭДО) пациента – значение которой (E) определялось с по-

мощью выражения:

$$E = \Phi \cdot K_d, ((mGy \cdot cm^2 \times 0,09) / 1000),$$

где: Φ - измеренная величина произведения дозы на площадь (сГр x см²), которая фиксировалась на мониторе ангиографа после завершения операции; K_d - коэффициент перехода от значения ПДП (значение произведения дозы на площадь) к эффективной дозе у пациента данного возраста с учетом вида проведенного рентгенологического исследования, проекции, размеров поля, фокусного расстояния и анодного напряжения на рентгеновской трубке (мкЗв/(сГр x см²) [3].

Объем рентгеноконтрастного средства (РКС) определялся суммарным количеством РКС, введенного пациенту на всех этапах эндоваскулярного вмешательства.

Пациенты всех трех групп соответствовали друг другу по возрасту и полу, что позволило провести сравнительную оценку полученных результатов исследований. Рентгенохирургические вмешательства выполнялись на универсальном ангиографическом комплексе Philips Allura Xper FD 20 (Philips) с использованием специальной трехмерной рабочей станции и пакета программного обеспечения. В качестве рентгеноконтрастных средств использовались неионные гипо- и изоосмолярные препараты.

Результаты исследования и обсуждение.

Результаты эмболизации интракраниальных аневризм.

У 61 больного с ИА было выполнено 69 операций эмболизации отделяемыми металлическими спиралями. В 2 случаях применяли эмболизацию с ассистенцией баллоном и в 1 случае - с ассистенцией стентом. У 27 больных с АВМ выполнено 34 эмболизации композицией гистоакрила и липиодола. В плановом порядке выполнено 84 вмешательства (82%), по экстренным показаниям - 19 (18%).

Эмболизация ИА считалась радикальной в том случае, если аневризма была полностью (дно, тело и шейка аневризмы) выключена из кровотока (тип А). В тех случаях, когда отмечалось остаточное контрастирование аневризмы в области ее шейки, эмболизация считалась субтотальной (тип В). При остаточном контрастировании шейки и части тела аневризмы эмболизация считалась частичной (тип С).

Эффективная эмболизация аневризм (тотальная и субтотальная - типы А+В) была достигнута в 62% наблюдений, частичная эмболизация наблюдалась в 26 случаях (38%). Радикальность выключения аневризмы из кровотока зависела от размеров и анатомии аневризмы. В состав исследования вошли эмболизации 14 маленьких аневризм (2-4 мм) (20%), 42 аневризм среднего размера (5-10 мм) (61%), 12 больших

аневризм (11-25 мм) (17%) и 1 гигантской аневризмы (>25 мм) (2%).

Наибольшая радикальность была достигнута при эмболизации ИА малых размеров: эффективная эмболизация составила 93% (тотальная эмболизация - 57%, субтотальная - 36%). При эмболизации средних аневризм эффективная окклюзия была достигнута в 61% случаев (тотальная - 20%, субтотальная - 41%). При эмболизации больших ИА частота эффективной эмболизации (типы А+В) составила 38%.

Успех эндоваскулярной эмболизации и ее радикальность зависела и от размеров шейки аневризмы и взаимоотношения размеров шейки к наибольшему размеру аневризмы. При соотношении размера шейки к наибольшему размеру аневризмы менее 0,5 прогноз успешной эндоваскулярной эмболизации выше [4, 5]. Эффективная эмболизация (типы А+В) при таком показателе составила 78%, в группе с соотношением больше 0,5 - 55%.

По данным мировой литературы также прослеживается четкая взаимосвязь между уровнем радикальности эмболизации ИА и размером шейки аневризмы, ее отношению к телу аневризмы [6]. А. Zubillaga сообщает о частоте радикальной окклюзии в 85% случаев для аневризм с размером шейки менее 4 мм и лишь в 15% случаях при размере > 4 мм [7]. По данным других авторов частота радикальной окклюзии всех аневризм достигает 70,5% [8, 9].

Результаты эмболизации артериовенозных мальформаций.

Для определения адекватности эндоваскулярного лечения АВМ, оценивали степень эмболизации мальформации. Радикальной считалась эмболизация, при которой были облитерированы все афферентные артерии, узел мальформации был полностью выключен из кровотока, и не отмечалось преждевременного контрастирования венозного компонента. В тех случаях, когда после эмболизации оставалось контрастирование даже малого компонента АВМ, эмболизация расценивалась как частичная.

АВМ имели плексиформное строение узла в 24 случаях (71%), 11 (32%) - имели две крупные афферентные артерии, 12 АВМ (35%) - три и более крупных афферента; 11 мальформаций (32%) кровоснабжались из бассейнов двух церебральных артерий и 3 мальформации (9%) получали кровоснабжение посредством трех церебральных бассейнов. Сложная анатомия поражения, плексиформное строение узлов, значительные размеры АВМ и большое количество источников кровоснабжения обусловило выбор многоэтапной стратегии эмболизации. Эндоваскулярная эмболизация также использовалась как первый этап лечения перед открытой хирургической операцией или луче-

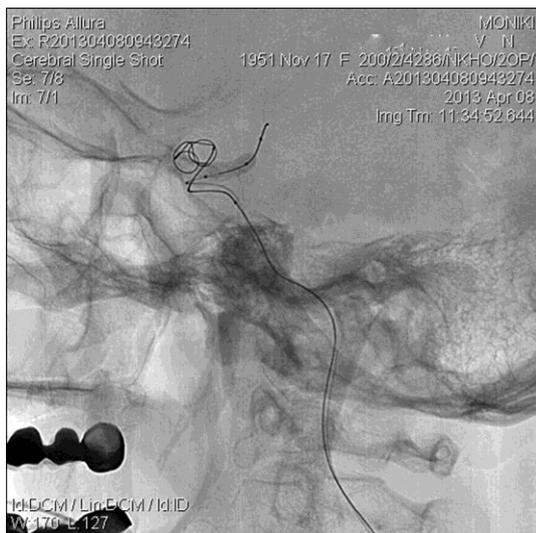


Рис. 1,а.



Рис. 1,б.

Рис. 1. 3DRA сосудов головного мозга.

Пациентка Б., 61 г., ИА левой внутренней сонной артерии (ВСА).

а – Имплантация отделяемой спирали в полость аневризмы с баллон-ассистенцией;

б – Тот же этап операции при активизированном 3DRA-наведении (стрелкой указан, раздутый в просвете ВСА баллон).

вой терапией. Радикальная эмболизация в нашей серии вмешательств была достигнута в 6 случаях (18%), частичная эмболизация – в 28 (82%).

Сравнение результатов эмболизации ИА и АВМ по группам.

В I группу (сравнения), в которой при эндоваскулярной эмболизации не применялась техника трехмерного наведения, вошло 38 исследований. Выполнено 22 эмболизации церебральных аневризм (58%) и 16 эмболизаций АВМ (42%).

В результате лечения церебральных аневризм эффективная эмболизация (типы А+В) была достигнута в 11 случаях (50%). При АВМ полная эмболизация была достигнута в 1 случае (6%), частичная – в 15 случаях (94%).

При изучении сравнительных параметров, продолжительность процедуры составила 110,3±41,2 мин, продолжительность навигации составила 49,7±27,6 мин, длительность рентгеноскопии – 27,5±12,2 минут, эффективная доза облучения – 13,88±18,21 мЗв. В среднем за время выполнения эндоваскулярной эмболизации с применением двухмерного наведения использовалось 156,8±82,4 мл РКС.

Во II группу вошло 49 рентгенэндоваскулярных вмешательств на сосудах головного мозга с применением трехмерного наведения. В качестве субстрата для наведения использовали трехмерную ротационную ангиографию (3DRA) (рис. 1).

В 31 случае (63%) была выполнена эмбо-

лизация ИА и в 18 (37%) – эмболизация АВМ. В 18 случаях (37%) эмболизация ИА и АВМ выполнялась на фоне состоявшегося внутричерепного кровоизлияния, в 7 случаях (14%) операция выполнялась в экстренном порядке. Эффективная эмболизация ИА (типы А+В) наблюдалась в 21 случае (68%), частичная – в 10 (32%). Полная эмболизация АВМ была достигнута в 5 случаях (28%), в 13 случаях (72%) эмболизация мальформации была частичная.

При изучении сравнительных параметров, продолжительность процедуры составила 110,8±41,6 мин, продолжительность навигации – 24,1±13,2 мин, длительность рентгеноскопии – 31±18,2 мин, эффективная доза облучения – 12,25±7,74 мЗв. За время выполнения вмешательств с применением 3 DRA-наведения использовалось 79,7±47,6 мл РКС.

В III группу вошло 16 исследований, при которых эндоваскулярная эмболизация ИА выполнялась с применением технологии КТ-наведения (СТ-RM) (рис. 2).

У 15 из 16 пациентов этой группы эмболизация ИА проводилась на фоне состоявшегося кровоизлияния, 7 операций выполнены в экстренном порядке. Эффективная эмболизация (типы А+В) интракраниальных аневризм была получена в 11 случаях (69%), в 5 случаях (31%) эмболизация носила частичный характер.

При изучении сравнительных параметров при использовании различных видов нейронавигации, продолжительность процедуры составила 108,7±35,2 мин, продолжительность нави-



Рис. 2,а.

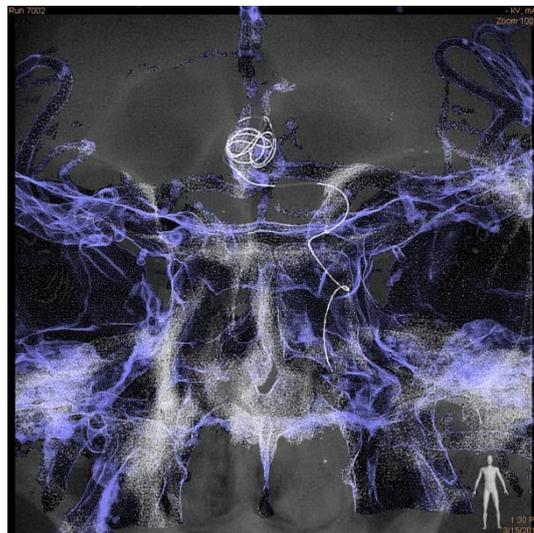


Рис. 2,б.

Рис. 2. Трехмерное наведение (СТ-РМ) и эмболизация по данным КТА.

Больной Щ., 57 лет. Аневризма ПМА-ПСА.

а – Проводник без использования РКС проведен по ВСА до бифуркации (стрелка) и перенаправлен в переднюю мозговую артерию;

б – В полость аневризмы введена металлическая спираль «Матрикс» 8мм x 20см.

гации – $42,9 \pm 23,4$ мин, длительность рентгеноскопии – $25,3 \pm 11,9$ мин, эффективная доза облучения – $10,75 \pm 8,41$ мЗв. В среднем за время выполнения эндоваскулярной эмболизации с применением КТ-наведения использовалось $57,5 \pm 30,9$ мл РКС.

Таким образом, при сравнении эффективности эмболизации по группам можно отметить, что радикальность эмболизации была выше в группах с применением трехмерного наведения (3DRA-RM и СТ-РМ). Так, эффективная эмболизация ИА в первой группе была достигнута в 50% случаев, в то время как во второй и третьей группах 68% и 69% соответственно. Ра-

дикальная эмболизация АВМ при использовании двухмерного наведения была достигнута в 6% вмешательств, при использовании 3DRA-RM – 28%.

При сравнении технологий навигации по параметрам отмечается:

1) Продолжительность вмешательства достоверных межгрупповых различий не показала ($p=0,984$), несмотря на то, что для активизации трехмерного наведения требуется выполнение определенной последовательности дополнительных действий.

2) Продолжительность навигации при проведении попарных сравнений достоверно

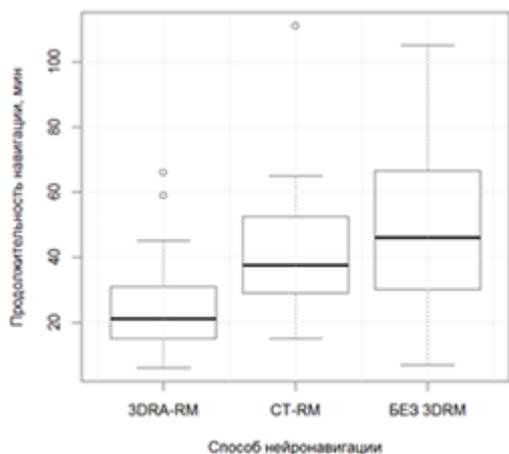


Рис. 3,а.

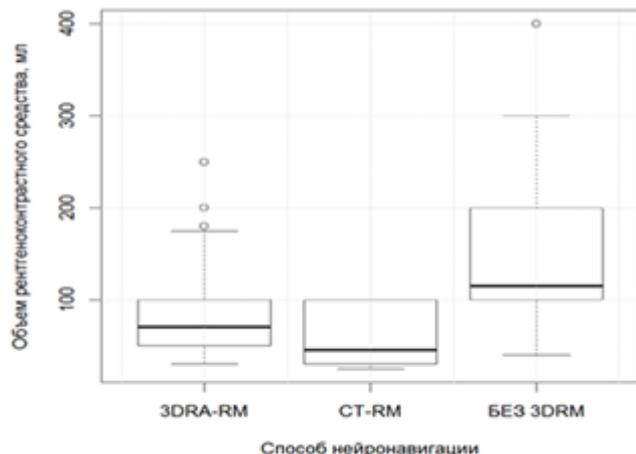


Рис. 3,б.

Рис. 3. Диаграммы.

а – Сравнение продолжительности навигации при различных способах нейронавигации;

б – Сравнение объёма используемого РКС при различных способах нейронавигации.

отличалась между группой 3DRA-RM (24,1±13,2 мин) и группой CT-RM (42,9±23,4 мин), $p=0,005$, а также между группами 3DRA-RM и группой сравнения (49,7±27,6 мин), $p<0,001$. Достоверного различия для групп CT-RM и сравнения выявлено не было ($p=0,282$) (рис. 3 а).

3) Достоверных межгрупповых различий в продолжительности рентгеноскопии найдено не было ($p=0,353$).

4) Для эффективной дозы облучения достоверных межгрупповых различий также обнаружено не было ($p=0,745$). Однако отмечается тенденция к уменьшению этих показателей при использовании трехмерного наведения. Эффективная доза облучения для групп 3DRA-RM, CT-RM и группы сравнения составила 12,25±7,74, 10,75±8,41 и 13,88±18,21 мЗв соответственно.

5) В результате применения однофакторного дисперсионного анализа было найдено статистически достоверное различие в объеме

используемого контрастного средства ($p<0,001$) между группой сравнения, в которой средний объем РКС составил 156,8±82,4 мл и группами 3DRA-RM и CT-RM (79,7±47,6 и 57,5±30,9 мл соответственно) (рис. 3 б).

Заключение.

Опыт применения технологий трехмерного наведения в лечении интракраниальных аневризм и АВМ в нашей клинике убедительно показал, что их использование увеличивает эффективность и безопасность вмешательств. В сравнении с двухмерной навигацией прослеживается тенденция к уменьшению эффективной дозы облучения, отмечается статистически значимое уменьшение объема используемого во время эмболизации контрастного вещества, а также сокращение времени суперселективной катетеризации аневризмы и афферентной артерии АВМ.

Список литературы:

1. Becske T., Jallo G.I. Chief Editor: Lutsep H.L. Subarachnoid Hemorrhage. Updated: Oct 20, 2011. Available at: <http://www.emedicine.medscape.com>.
2. Крылов В.В., Природов А.В., Петриков С.С. Нетравматическое субарахноидальное кровоизлияние: диагностика и лечение. *Consilium Medicum. Болезни сердца и сосудов.* 2008; 1: 14-18.
3. Методические Указания 2.6.1.2944-11 "Контроль эффективных доз облучения пациентов при проведении медицинских рентгенологических исследований".
4. Johnston S.C., Higashida R.T., Barrow D.L., Caplan L.R. et al. Recommendations for the endovascular treatment of intracranial aneurysms. A statement for health care professionals from the Committee on Cerebrovascular Imaging of the American Heart Association Council on Cardiovascular Radiology. *Stroke.* 2002; 33: 2536-2544.
5. Debrun G.M., Aletich V.A., Kehrli P. et al. Selection of cerebral aneurysms for treatment using Guglielmi detachable coils: The preliminary University of Illinois at Chicago experience. *Neurosurgery.* 1998; 43: 1281-1295.

References:

1. Becske T, Jallo G. I. Editor: H. L. Lutsep Subarachnoid Hemorrhage. Updated: October 20, 2011. Available at: <http://www.emedicine.medscape.com>.
2. Krylov V.V., Priodov A.V., Petrikov S.S. Non-traumatic subarachnoid hemorrhage: diagnosis and treatment. *Clinic "Medicum" Consultation. Heart disease and blood vessels.* 2008; 1: 14-18 (in Russian).
3. 2.6.1.2944-11 Monitoring of the effective doses to patients in medical x-ray examinations (in Russian).
4. Johnston S.C., Higashida R.T., Barrow D.L., Caplan L.R. et al. Recommendations for the endovascular treatment of intracranial aneurysms. A statement for health care professionals from the Committee on Cerebrovascular Imaging of the American Heart Association Council on Cardiovascular Radiology. *Stroke.* 2002; 33: 2536-2544.
5. Debrun G. M., Aletich VA, Kehrli P. et al. The choice of a brain

6. Debrun G.M., Aletich V.A., Kehrli P., Misra M., Ausman J.I., Charbel F. Selection of cerebral aneurysms for treatment using Guglielmi detachable coils: the preliminary University of Illinois at Chicago experience. *Neurosurgery.* 1998; 43: 1281-1295.
7. Fernandez Zubillaga A., Guglielmi G., Vinuela F., Duckwiler G.R. Endovascular occlusion of intracranial aneurysms with electrically detachable coils: correlation of aneurysm neck size and treatment results. *AJNR Am. J. Neuroradiol.* 1994; 15: 815-820.
8. Свистов Д.В., Павлов О.А., Кандыба Д.В., Никитин А.И., Савелло А.В., Ландик С.А., Аршинов Б.В. Значение внутрисосудистого метода в лечении пациентов с аневризматической болезнью головного мозга. *Нейрохирургия.* 2011; 1: 21-28.
9. Gallas S., Januel A.C., Pasco A., Drouineau J., Gabrillargeus J., Gaston A., Cognard C., Herbreteau D. Long-term follow-up of 1036 cerebral aneurysms treated by bare coils: a multicentric cohort treated between 1988 and 2003. *J. Amer. J. Neuroradiol.* 2009; 30 (10): 1986-1992.

- aneurysm for treatment using Guglielmi detachable coils: the preliminary University of Illinois at Chicago experience. *Neurosurgery.* 1998; 43: 1281-1295.
6. Debrun G. M., Aletich VA, Kehrli P. Misra, M., Ausman J. I., Charbel F. selection of aneurysm of the brain, for treatment using Guglielmi detachable coils: the preliminary University of Illinois at Chicago experience. *Neurosurgery.* 1998; 43: 1281-1295.
7. Fernandez Zubillaga A., Guglielmi G., Vinuela F., Duckwiler G.R. Endovascular occlusion of intracranial aneurysms with electrically detachable coils: correlation of aneurysm neck size and treatment results. *AJNR Am. J. Neuroradiol.* 1994; 15: 815-820.
8. Svistov D. V., Pavlov O. A., Kandyba D. V., Nikitin A.I., Savello A.V., Landik S. A., Arshinov B.V. The Significance of intravascular method in treatment of patients with aneurysmal disease of

the brain. Neurosurgery. 2011; 1: 21-28 (in Russian).

9. Gallas S., Januel A.C., Pasco A., Drouineau J., Gabrillargeus J., Gaston A., Cognard C., Herbreteau D. Long-term follow-up of

1036 cerebral aneurysms treated by bare coils: a multicentric cohort treated between 1988 and 2003. J. Amer. J. Neuroradiol. 2009; 30 (10): 1986-1992.

СОПОСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ СТЕПЕНИ СТЕНОЗИРОВАНИЯ ПРОСВЕТА КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ ПРИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ, ВНУТРИСОСУДИСТОМ УЛЬТРАЗВУКОВОМ ИССЛЕДОВАНИИ И КОРОНАРНОЙ АНГИОГРАФИИ

Шабанова М.С.

Лауреат Премии молодым ученым имени Ю.Н. Соколова за научную работу по лучевой диагностике Конгресса «Радиология – 2016»

Компьютерная томография (КТ) является единственным неинвазивным методом визуализации состояния просвета, стенок коронарных артерий (КА) и оценки степени стенозирования их просвета.

Цель исследования. Сопоставить результаты измерения степени стенозирования просвета (ССП) КА при КТ с результатами интервенционной коронарной ангиографии (КАГ) и внутрисосудистого ультразвукового исследования (ВСУЗИ).

Материалы и методы. В исследование были включены 36 больных с диагнозом ишемической болезни сердца, находившихся на стационарном лечении в отделении неотложной кардиологии ФГБУ «РКНПК» Минздрава РФ. Сопоставлены результаты КТ, ВСУЗИ и КАГ всех больных, включенных в исследование. Оценено влияние положительного ремоделирования КА на различия результатов измерения SSP этими методами.

Результаты. Выявлено, что оценка SSP КА с помощью КТ максимально приближена к результатам ВСУЗИ. По данным КАГ наблюдается тенденция к «занижению» значений SSP КА по сравнению с ВСУЗИ и КТ. Зависимости между положительным ремоделированием КА в месте сужения их просвета и «занижением» SSP при КАГ по сравнению с результатами измерений при КТ и ВСУЗИ выявлено не было.

Выводы. Результаты КТ хорошо коррелируют с данными ВСУЗИ. Наблюдается тенденция к «занижению» значений SSP КА при КАГ по сравнению с результатами измерений при ВСУЗИ и КТ.

Ключевые слова: коронарные артерии, компьютерная томография, КТ коронарных артерий, внутрисосудистое ультразвуковое исследование, неинвазивная оценка коронарных артерий, атеросклероз, степень стенозирования просвета.

Контактный автор: Шабанова М. С., shabanova03@gmail.com, 8(916)754-97-74

Для цитирования: Шабанова М. С. Сопоставление результатов измерения степени стенозирования просвета коронарных артерий при компьютерной томографии, внутрисосудистом ультразвуковом исследовании и коронарной ангиографии. REJR. 2016; 6 (3):38-47. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-38-47.

Статья получена: 27.05.2016

Статья принята: 10.06.2016

Институт клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова ФГБУ «РКНПК» Минздрава России. г. Москва, Россия.

COMPARISON OF CORONARY STENOSIS DEGREE MEASUREMENTS WITH COMPUTED TOMOGRAPHY, INTRAVASCULAR ULTRASOUND AND CORONARY ANGIOGRAPHY MEASUREMENTS WITH COMPUTED TOMOGRAPHY, INTRAVASCULAR ULTRASOUND AND CORONARY ANGIOGRAPHY

Shabanova M.S.

Computed tomography (CT) is the only non-invasive method of coronary lumen and walls imaging and assessment of lumen stenosis degree.

Purpose. To compare CT data with invasive coronary angiography (CAG) and intravascular ultrasound (IVUS) in evaluation of coronary stenosis degree.

Materials and methods. Thirty-six patients with ischemic heart disease were included. All patients were hospitalized in the department of emergency cardiology of Russian Cardiology Research and Production Complex. We compared CT, IVUS and CAG results in all patients. The influence of positive remodeling on some discrepancy in measurements of coronary stenosis degree was assessed by these methods.

Results. It was found that the assessment of coronary stenosis degree with CT is possible approached to IVUS results. CAG had a tendency to "underestimate" stenosis degree in comparison with IVUS and CT results. Dependencies between the positive remodeling of the coronary arteries and stenosis degree "underestimation" by CAG in comparison with IVUS and CT have not been identified.

Conclusions. CT results are correlated well with IVUS data. CAG results show a tendency to "underestimate" stenosis degree compared with IVUS and CT.

Keywords: coronary arteries, computed tomography, coronary CT, intravascular ultrasound, non-invasive coronary assessment, atherosclerosis, stenosis degree.

Corresponding author: Mariia Shabanova, shabanova03@gmail.com

For citation: Shabanova M.S. Comparison of coronary stenosis degree measurements with computed tomography, intravascular ultrasound and coronary angiography. REJR. 2016; 6 (3):38-47. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-38-47.

Received: 27.05.2016

Accepted: 10.06.2016

Cогласно данным Всемирной организации здравоохранения в 2012 году 7,4 миллиона человек умерли от ишемической болезни сердца (ИБС) [1]. Морфологическим субстратом ИБС в 95% случаев является атеросклероз коронарных артерий (КА) [2].

«Золотым» стандартом визуализации просвета КА считается селективная коронароангиография (КАГ) [3]. При КАГ определяется только просвет артерии и внутренний контур стенки сосуда. Визуализировать атеросклеротические бляшки (АСБ) данным методом не представляется возможным. В ряде случаев недооценивается степень стенозирования просвета (ССП) вследствие извитости сосудов, устьевых и бифуркационных поражений. Также необходимо отметить, что КАГ сопряжена с риском возникновения интраоперационных осложнений [4, 5].

Компьютерная томография (КТ) в настоя-

щее время является единственным неинвазивным методом визуализации просвета и стенки КА и оценки СПП. Обобщенные результаты 27 исследований, в которых сравнивали КАГ с КТ, выполненных на томографах с 64 рядами детекторов, изложены в мета-анализе Abdulla J. с соавторами [6]. Специфичность, чувствительность, положительная (ППЦ) и отрицательная предсказательная ценность (ОПЦ) метода составили, в среднем, 86%, 96%, 96% и 83% соответственно. В работе Junyan Sun с соавторами при сопоставлении результатов КТ, выполненной на томографе с 64 рядами детекторов, и внутрисосудистого ультразвукового исследования (ВСУЗИ) чувствительность, специфичность, ППЦ, ОПЦ КТ составили 97%, 90%, 90% и 97% соответственно [7].

Цель исследования.

Оценить возможности КТ КА в оценке СПП артерий при сравнении с КАГ и ВСУЗИ.

A.L. Myasnikov
Institute of Clinical
Cardiology of
the Russian Cardiology
Research Center.
Moscow, Russia.

Таблица №1. Общая характеристика больных, включенных в исследование (n=36)

Клинические характеристики		Частота выявления (%), количественные значения (среднее, стандартное отклонение)
Мужской пол		29 (86,5 %)
Средний возраст, годы		55,4±13,9
Алиментарное ожирение		8 (26,7%)
Средний индекс массы тела, кг/м ²		26,8±4,0
Курение		18 (34,6%)
Отягощенный семейный анамнез		8 (23,3%)
Артериальная гипертензия		21 (70,0%)
Сахарный диабет		1 (3,3%)
Повышение уровня общего холестерина		10 (33,3%)
Средний уровень холестерина, ммоль/л		4,9±1,0
Повышение уровня триглицеридов		4 (13,3%)
Средний уровень триглицеридов, ммоль/л		1,9±1,1
Перенесенный инфаркт миокарда в анамнезе		7 (23,3%)
Течение ишемической болезни сердца	Острый инфаркт миокарда	12 (33,3%)
	Нестабильная стенокардия	18 (50%)
	Стабильная стенокардия	4 (11,1%)
	Безболевая ишемия миокарда	2 (5,6%)

Материалы и методы.

В исследование были включены 36 больных с диагнозом ишемической болезни сердца, находившихся на стационарном лечении в отделении неотложной кардиологии Института клинической кардиологии имени А.Л. Мясникова ФГБУ «РКНПК» Минздрава РФ с 2009 г. по 2016 г. Клиническая характеристика больных приведена в таблице №1.

В исследование включались больные со стабильной стенокардией и острым коронарным синдромом (ОКС), которым по клиническим показаниям проведение КАГ могло быть отсрочено. Во всех случаях КТ проводилась до выполнения КАГ и ВСУЗИ. Критерием исключения больных из исследования являлось наличие в анамнезе аортокоронарного и маммарокоронарного шунтирования. Все пациенты подписывали информированное согласие о проведении исследования с внутривенным введением рентгеноконтрастного препарата (РКП). Исследование не выполнялось больным при наличии общепринятых противопоказаний (аллергии на йодсодержащий РКП, уровне клиренса креатинина менее 45 мл/мин). КТ КА проводилась на компьютерном томографе «Aquilion 64» (Toshiba, Япония) с ретроспективной ЭКГ-синхронизацией согласно стандартному протоколу. Напряжение на трубке составляло 120-140 кВ, временное разрешение – 100-200 мс,

толщина и коллимация среза – 0,5 мм. Лучевая нагрузка составляла 15-20 мЗв. Критерием исключения больных после выполнения нативной фазы исследования был выраженный кальциноз КА [8]. Выраженным кальцинозом считалось значение кальциевого индекса (КИ) по Агатстону более 600 ед. или наличие локального участка массивного кальциноза симптом-связанной артерии, определенной по данным клинко-инструментального обследования. Обработка данных проводилась на рабочей станции томографа и рабочей станции Vitrea 2 версий 2,0 и 4,0 (Vital images Inc., U.S.A.): выполнялись трехмерные и мультипланарные реконструкции для визуализации КА на всем протяжении. При обработке данных использовалось стандартизированное деление КА на 17 сегментов (American Heart Association, 1999). Из дальнейшего анализа исключались сегменты КА с неудовлетворительным качеством полученных изображений вследствие выраженных артефактов от движения сердца в проекции КА и сегменты, диаметр которых составлял менее 2 мм.

В пораженных сегментах определялись типы АСБ в зависимости от наличия и объема включений кальция. Кальцинированные бляшки имели преимущественно высокую рентгеновскую плотность (130 и более единиц Хаунсфильда); мягкие бляшки – «мякотканую» или низкую плотность (менее 130 единиц Хаунс

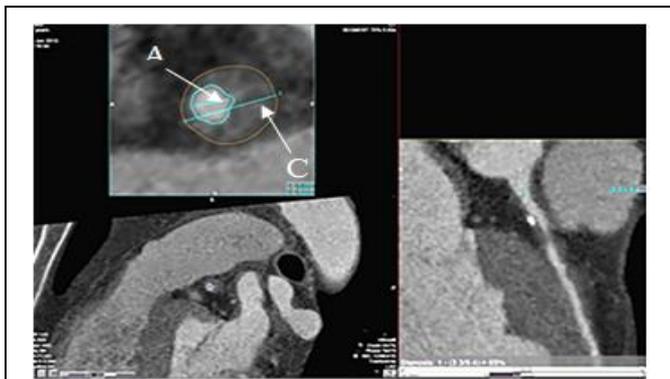


Рис. 1.

Рис. 1. КТ коронарных артерий.

Мультипланарная реконструкция левой коронарной артерии, аксиальный срез сосуда в месте бляшки. Измерение степени стенозирования просвета артерии (А – диаметр остаточного просвета артерии, С – общий диаметр артерии).

фильда); к комбинированным бляшкам относились бляшки «мягкотканой» плотности с включениями кальцинатов (не более 50% от общего объема бляшки).

ССП определялась на поперечных срезах и мультипланарных реконструкциях КА по формуле: $\text{степень сужения просвета} = (C - A) / C \times 100\%$,

где А – диаметр остаточного просвета артерии,

С – общий диаметр артерии в месте сужения, включая АСБ (рис. 1) [9].

Кроме того, оценивалось ремоделирование артерии в атеросклеротически измененном участке. Положительное ремоделирование характеризует прогрессирующее увеличение площади поперечного сечения сосуда в месте атеросклеротического поражения относительно референтных участков. В качестве референтных участков выбирались непораженные участки сосуда непосредственно проксимальнее и дистальнее АСБ в пределах одного сегмента. При диффузном атеросклеротическом поражении КА данный параметр не учитывался в связи с невозможностью выбора референтных участков. Для количественной оценки этого параметра использовался индекс ремоделирования (ИР), который рассчитывался по формулам:

$$\text{ИР} = D1 / D2,$$

где ИР – индекс ремоделирования,

D1 – наружный диаметр КА на уровне бляшки,

D2 – наружный диаметр проксимального референтного участка,

$$\text{или ИР} = D1 / D3,$$

где D3 – наружный диаметр дистального референтного участка.

Вторая формула применялась в случае не-

возможности измерения проксимального референтного участка. Ремоделирование КА считалось положительным при значении ИР более 1,05. (рис. 2, 3) [10].

Всем больным выполнялась КАГ на рентгеноангиографической установке Allura Xper FD 10 (Philips, Нидерланды) радиальным доступом. ССП артерии определяли визуально и в автоматическом режиме с помощью программного обеспечения Xcelera (Philips, Нидерланды).

ВСУЗИ КА с целью уточнения ССП проводилось на аппарате iLAB IVUS Console (Boston Scientific) с использованием внутрисосудистого ультразвукового датчика Atlantis 40 MHz. По коронарному проводнику в артерию диаметром не менее 2,5 мм, имеющую минимальный остаточный просвет не менее 1,5 мм, вводился вышеуказанный датчик и выполнялась обратная тракция в автоматическом режиме со скоростью 0,5 или 1 мм/с. Протяженность одной тракции составляла не менее 40 мм. Длина датчика позволяла охватить зону интереса в проксимальных и средних отделах КА протяженностью 110 мм. Типы АСБ при ВСУЗИ определялись визуально в «серой шкале» и автоматически с помощью программного обеспечения – iMap (цветового кодирования компонентов бляшек). ССП и ремоделирование артерии измерялись в полуавтоматическом режиме с визуальным редактированием границ автоматических измерений на специализированной станции.

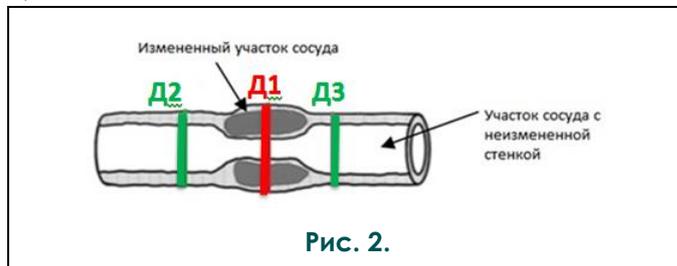


Рис. 2.

Рис. 2. Схема. Измерение ремоделирования атеросклеротически измененного участка артерии.

(D1 – диаметр сосуда в пораженном участке, D2 и D3 – диаметры сосуда в неизменных проксимальном и дистальном сегментах).

При сопоставлении изображений КА, полученных с помощью КТ и ВСУЗИ, для определения локализации заданного для сравнения сегмента КА использовались следующие ориентиры: расстояние от устья артерии, локализация устьев боковых ветвей, кальцинаты в стенках артерий. Анализировались сегменты КА, в которых по данным ВСУЗИ ССП составляла от 35% до 90%. При анализе ССП КА использовались как абсолютные величины, так и 5 стандартных градаций ССП: «0» – нет сужения просвета; «1» – сужение просвета до 49%; «2» – на

50 - 70%; «3» – на 70 - 99%, «4» – 100%. Участки стенозирования со значениями градаций «0» и «4» исключались из дальнейшего анализа. В 5 сегментах определялись стенозы градации «1», в 16 сегментах – стенозы градации «2», в 30 сегментах – стенозы градации «3». Средняя длительность периода, в течение которого выполнялись все три метода – КТ, ВСУЗИ и КАГ, составила 72 часа.

Статистический анализ.

Статистический анализ выполнялся с использованием программы «Microsoft Excel». Для количественных значений общей характеристики больных, включенных в исследование, рассчитывались средние значения и стандартные отклонения. Сравнительный анализ данных измерения степени стенозирования просвета КА методами КТ, КАГ и ВСУЗИ проводился с помощью непараметрических критериев Уилкоксона и Манна-Уитни, корреляционного анализа по Спирмену и анализа диаграмм рассеяния по методу Блэнда-Альтмана. За истинные значения измеряемой величины принимались разницы их средних значений, измеренные двумя методами. Различия считались достоверными при уровне статистической значимости $p < 0,05$.

Результаты исследования и обсуждения.

У 36 больных был исследован 51 пораженный сегмент КА с помощью всех трех вышеописанных методов. По данным КТ в группе исследуемых преобладали мягкие ($n=26$, 50%) и комбинированные ($n=21$, 40,4%) АСБ. По данным ВСУЗИ в пораженных сегментах КА было выявлено 42 фиброатеромы, 5 кальцинированных фиброатером, 2 фиброзные бляшки, 1 гематома и 1 спонтанная диссекция артерии с пристеночным тромбозом.

При статистическом анализе достоверных различий результатов измерения ССП при КТ и ВСУЗИ выявлено не было (табл. №2). При сравнении результатов измерения ССП при КТ и ВСУЗИ методом Блэнда-Альтмана (рис. 4а) разброс значений разницы ССП, полученных этими методами, был незначителен – 15,3% (табл. №3, рис. 4а). Средняя разница между измерениями ССП с помощью КТ и ВСУЗИ составила всего 0,6% (табл. №3, рис. 4а). Отмечалась тенденция к «занижению» ССП при КТ, в среднем, на 6% по сравнению с данными ВСУЗИ (табл. №2).

Напротив, при сопоставлении результатов измерений при КАГ с данными ВСУЗИ и КТ были выявлены достоверные различия значений ССП (табл. №2). КАГ «занижает» результаты измерений ССП при ВСУЗИ и КТ, в среднем, на 21,3% и 20,7% соответственно (табл. №3). Кроме того, при анализе диаграмм рассеяния отмечалась тенденция к большему расхождению ре-

зультатов, полученных при КАГ, по сравнению с результатами КТ и ВСУЗИ, в выявлении легких и умеренных ССП (рис. 4б, 4в). Меньшие расхождения были выявлены при измерении больших ССП.

По признаку наличия положительного ремоделирования КА пораженные участки были разделены на три группы: 1 – с наличием положительного ремоделирования – ИР более 1,05 (48,1%); 2 – с отсутствием положительного ремоделирования – ИР менее 1,05 (44,2%), 3 – невозможность оценки ремоделирования – 7,7%. Оценивалась значимость наличия положительного ремоделирования пораженного участка артерии в определении ССП КА разными методами (табл. №4). Во всех исследуемых сегментах наблюдалось полное совпадение результатов, полученных методами КТ и ВСУЗИ при распределении пораженных участков в каждую из вышеуказанных групп. Зависимости между положительным ремоделированием КА и расхождением значений ССП по данным КТ и ВСУЗИ по сравнению с результатами КАГ выявлено не было (табл. №4).

Клинический пример.

Больная А., 57 лет, поступила в отделение неотложной кардиологии ФГБУ «РКНПК» Минздрава России с подозрением на ОКС без подъема сегмента ST в поздние сроки от начала приступа (более 24 часов). Для уточнения состояния КА на второй день пребывания в стационаре была проведена КТ КА, где были выявлены стенозы огибающей артерии (ОА): проксимального сегмента (50-55%), дистального (80-85%) (рис. 5). КАГ была проведена на 6 сутки госпитализации с последующим выполнением ВСУЗИ. При КАГ был выявлен стеноз дистального сегмента ОА (70%). В проксимальном сегменте ОА ССП была значительно ниже (10%) по сравнению с результатами КТ (рис. 6). По результатам ВСУЗИ (рис. 7): были выявлены стенозы проксимального (59%) и дистального сегментов ОА (78%). Таким образом, результаты КТ хорошо коррелировали с данными ВСУЗИ, а при КАГ была недооценена ССП в проксимальном сегменте КА.

Обсуждение.

В ряде сравнительных исследований КТ и КАГ, в которых применялись градации ССП КА, были получены высокие значения корреляции методов [11, 12, 13]. В нашей работе проводился более точный анализ, учитывались как абсолютные величины ССП, так и градации ССП. В нашем исследовании была отмечена тенденция к «занижению» ССП при КАГ по сравнению с ВСУЗИ и КТ. Такая тенденция прослеживается и в других зарубежных исследованиях. Так, в исследовании Ricardo C. Cury с соавторами при КТ значения ССП артерии превышали данные КАГ, в среднем, на $4 \pm 8\%$ [15], в работе

Таблица №2. Сопоставление данных КТ, ВСУЗИ и КАГ в оценке степени стенозирования коронарных артерий.

КАГ	ВСУЗИ	КТ	p ₁₋₂	p ₁₋₃	p ₂₋₃
1	2	3			
60[40,75]	76[59,81]	70[62,82]	2x10 ⁻⁶	2x10 ⁻⁷	0,771

Данные в таблице указаны в виде медиан [нижних и верхних квартилей]. Р-уровень статистической значимости определялся по непараметрическому критерию Уилкоксона.

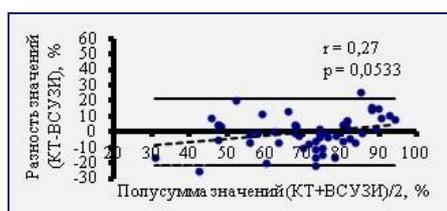


Рис. 4.а.

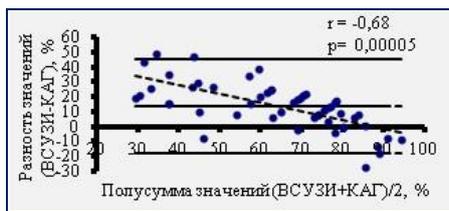


Рис. 4.б.

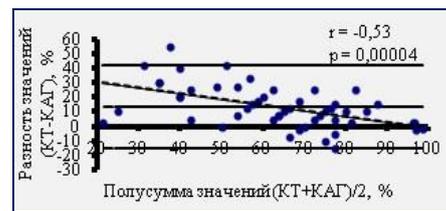


Рис. 4.в.

Рис. 4. Графики сопоставления результатов КТ с данными ВСУЗИ (а), КТ с данными КАГ (б) и ВСУЗИ с данными КАГ (в) по методу Блэнда-Альтмана.

Таблица №3. Сопоставление измерения степени стенозирования просвета при КТ, КАГ и ВСУЗИ по методу Блэнда-Альтмана.

Результаты статистической обработки	КАГ и ВСУЗИ	КАГ и КТ	ВСУЗИ и КТ
M(D)/M(S)*, %	21,3	0,7	-0,6
STD (D)/M(S)**, %	24,7	22,8	15,3
Коэффициент вариации, %	32,5	30,6	15,2
Коэффициент корреляции между разностью значений параметров и их полусуммой	-0,68	-0,53	0,27
Уровень статистической значимости (p)	0,0533	0,00005	0,00004

Таблица №4. Оценка значимости положительного ремоделирования пораженного участка артерии в определении степени стенозирования коронарных артерий разными методами.

Методы измерения степени стенозирования	КАГ	ВСУЗИ	КТ
Сопоставление степени стенозирования между группами, %			
Группа 1, (n=25)	60[40,75]	74[45,90]	67[30,98]
Группа 2, (n=23)	60[40,70]	76[39,87]	70[22,96]
p	0,787	0,87	0,65

Данные в таблице указаны в виде медиан [нижних и верхних квартилей]. Р-уровень статистической значимости определялся по непараметрическому критерию Манна-Уитни.

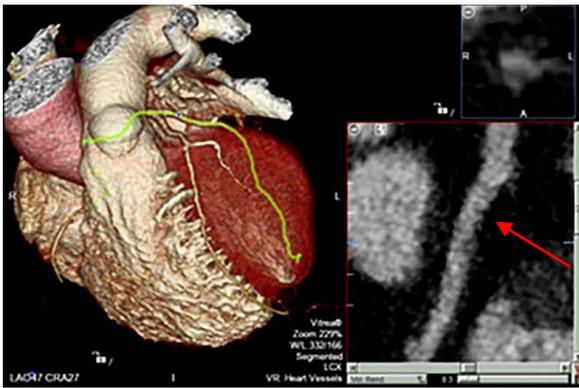


Рис. 5.а.



Рис. 5.б.

Рис. 5. КТ коронарных артерий, трехмерная и мультипланарная реконструкции, аксиальные срезы огибающей артерии.

Больная А., 57 лет.

а) Проксимальный сегмент, участок стеноза – 50-55% (красная стрелка).

б) Дистальный сегмент, участок стеноза – 80-85% (белая стрелка).



Рис. 6.

Рис. 6. КАГ, правая косая краниальная проекция.

Та же пациентка. Левая КА. Неровные контуры проксимального сегмента ОА – стеноз до 10% (черная стрелка), стеноз дистального сегмента – 70% (белая стрелка).

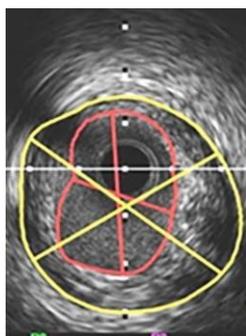


Рис. 7.а.

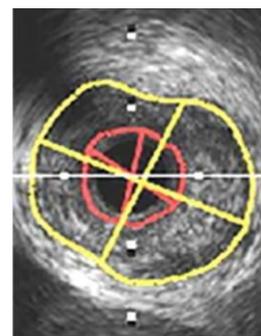


Рис. 7.б.

Таблица №3. Сопоставление измерения степени стенозирования просвета при КТ, КАГ и ВСУЗИ по методу Блэнда-Альмана.

Та же пациентка.

а) Стеноз проксимального сегмента ОА – 59%; наружный контур артерии обозначен желтой, внутренний – красной, диаметр наружного контура – желтой, диаметр остаточного просвета – красной линиями.

б) Стеноз дистального сегмента ОА – 78%; наружный контур обозначен желтой, внутренний – красной, диаметр наружного контура – желтой, диаметр остаточного просвета – красной линиями.

Stephanie Busch с соавторами – на 6,1% [16], в исследовании Udo Hoffmann с соавторами – на 12% [17], в работе Robert Dragu с соавторами – на 4,8% в ПНА, – на 5,9% в ОА и – 3,3% в ПКА [18].

По результатам нашего исследования различия показателей ССП КА (-0,6%) при КТ и ВСУЗИ значительно меньше различий между этими методами и КАГ (21,3% и 20,9%, соответственно). В зарубежном исследовании по сопоставлению трех методов с участием меньшего количества больных (n=21) были получены более высокие значения корреляции КТ и ВСУЗИ в определении ССП КА ($r = 0,69$) по сравнению со значениями корреляции КТ и КАГ ($r = 0,60$) [15].

Расхождения результатов измерения ССП с помощью КТ, ВСУЗИ и КАГ могут быть связаны с техническими особенностями методов. При КТ и ВСУЗИ возможна визуализация как продольных, так и поперечных сечений КА. В отличие от КТ и ВСУЗИ при КАГ возможна визуализация только двухмерных проекций КА. В работах при сопоставлении КАГ и гистологических исследований, а также КАГ и ВСУЗИ показано, что по этой причине при КАГ отмечается недооценка («занижение») ССП по сравнению с реальными значениями при асимметрично расположенных, так называемых «эксцентрических» АСБ, на долю которых приходится около 20-30% всех выявляемых бляшек КА [19]. Кроме того, при КАГ РКП вводится непосредственно в КА под давлением (500-600 мм рт.ст.) [5]. Вследствие этого, вероятно, сосуд несколько расширяется. Во время КАГ интракоронарно вводится 250 мкг нитроглицерина для предотвращения вазоспазма, что также может приводить к расширению просвета КА. В отличие от КАГ при КТ не используется нитроглицерин, а РКП вводится через периферическую вену. При проведении ВСУЗИ не требуется интракоронарного введения РКП, однако во время выполнения процедуры дополнительно вводится 250 мкг нитроглицерина [5, 20]. Следовательно, можно предположить, что при КТ визуализируется «естественный» просвет сосуда, без изменения его величины под действием лекарственными препаратами и других вышеописанных факторов.

Также необходимо отметить, что при определении ССП при КАГ, ВСУЗИ и КТ используются различные способы измерения, что также может приводить к некоторым расхождениям значений ССП. При КАГ ССП оценивается по внутреннему контуру артерии в месте сужения при сравнении с референтным неизменным участком проксимальнее или дистальнее поражения. Тогда как при КТ и ВСУЗИ ССП определяется на поперечных сечениях артерии в месте расположения АСБ по отношению к наружному диаметру сосуда, который может

существенно изменяться по отношению к диаметру просвета из-за положительного ремоделирования. Stephan Achenbach с соавторами связывают «завышение» ССП КА при КТ по сравнению с КАГ с наличием положительного ремоделирования артерии в месте сужения [21]. Однако исследования, в которых оценивалось влияние положительного ремоделирования КА на расхождение результатов КАГ с результатами КТ и ВСУЗИ, не проводились. В нашей работе взаимосвязи между наличием положительного ремоделирования пораженного участка КА и «занижением» ССП при КАГ при сравнении с результатами КТ и ВСУЗИ выявлено не было.

Выводы.

Таким образом, КТ при достижении хорошего качества изображений является высокоинформативным быстрым неинвазивным методом оценки ССП КА. Метод может быть рекомендован к более широкому применению в клинической практике как альтернатива инвазивным методам определения ССП КА. Результаты КТ наиболее приближены к результатам ВСУЗИ. Наблюдается тенденция к «занижению» значений ССП КА при КАГ по сравнению с ВСУЗИ и КТ. По нашим данным «занижение» ССП КА при КАГ при сравнении с результатами ВСУЗИ и КТ не зависит от наличия или отсутствия положительного ремоделирования пораженных участков КА.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Работа выполнена в рамках реализации Гранта Президента РФ по поддержке Ведущей научной школы НШ-5035.2014.7 «Гибридные технологии лучевой медицины в сердечно-сосудистой хирургии и кардиологии».

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Благодарность.

Автор данной работы выражает благодарность академику РАН, профессору, д.м.н., руководителю отдела томографии ФГБУ «РКНПК» Минздрава России Сергею Константиновичу Терновому. Автор выражает искреннюю благодарность сотрудникам ФГБУ «РКНПК» - д.м.н. старшему научному сотруднику отдела неотложной кардиологии Ирине Николаевне Меркуловой, к.м.н., врачу-кардиологу отдела рентгеноэндоваскулярных методов диагностики и лечения Всеволоду Михайловичу Миронову, д.м.н., старшему научному сотруднику отдела томографии Мерабу Арчиловичу Шария, к.м.н., научному сотруднику отдела томографии Светлане Анатольевне Гаман, д.м.н. старшему научному сотруднику отдела томографии Татьяне Николаевне Веселовой за непосредственное участие и поддержку в проведении исследования.

Список литературы:

1. World Health Organization. Available at: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/ru/> (accessed January 2015).
2. Abdulla J., Abildstrom S. Z., Gotzsche O., Christensen E., Kober L., Torp-Pedersen C. 64-multislice detector computed tomography coronary angiography as potential alternative to conventional coronary angiography: a systematic review and meta-analysis. *Eur Heart J.* 2007; 28: 3042-3050.
3. Практические рекомендации ACC/AHA по коронарографии. Бюллетень НИССХ им. А.Н. Бакулева РАМН основан в 2000 г. Общие вопросы. 2002; 3 (8).
4. Данилов Н.М., Матчин Ю.Г., Горгадзе Т.Т., Чазова И.Е., Савченко А.П. Показания к проведению коронарной артериографии. *Consilium Medicum* Болезни сердца и сосудов. 2006; 1: 15-19.
5. Меркулов Е.В., Миронов В.М., Самко А.Н. Руководство по коронарной ангиографии, вентрикулографии и шунтографии. В иллюстрациях и схемах. 2011. 99 с.
6. Болезни органов кровообращения. Под редакцией акад. РАН Е.И. Чазова. Москва, Медицина, 1997. 832с.
7. Sun J., Zhang Z., Lu B., Yu W., Yang Y., Zhou Y. et al. Identification and Quantification of Coronary Atherosclerotic Plaques: A Comparison of 64-MDCT and Intravascular Ultrasound. *AJR.* 2008; 190: 748-754.
8. Джанчатов Б.А., Капанадзе Л.Б., Серова Н.С. Лучевые методы оценки кальциноза коронарных артерий. *REJR.* 2015; 5 (1): 58-65. Available at: <http://www.rejr.ru/archiv.html>.
9. Прокоп М., Галански М. Спиральная и многослойная компьютерная томография. В 2 томах. Москва, МЕДпресс-информ, 2011. 712 с.
10. Schoenhagen P., Ziada K.M., Vince D.G., Nissen S.E., Tuzcu E.M. Arterial remodeling and coronary artery disease: the concept of "dilated" versus "obstructive" coronary atherosclerosis. *J Am Coll Cardiol.* 2001; 38 (2): 297-306.
11. Терновой С.К., Никонова М.Э., Акчури Р.С., Федотенков И.С., Ширяев А.А. Возможности мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) в оценке коронарного русла и вентрикулографии в сравнении с интервенционной коронаро-вентрикулографией. *REJR.* 2013; 3(1): 28-35. Available at: <http://rejr.ru/volume/9/nikonova.pdf>.
12. Cheng V., Gutstein A., Wolak A., Suzuki Y., Dey D., Gransar H. et al. Moving beyond binary grading of coronary arterial stenoses on coronary computed tomographic angiography. *Insights*

References:

1. World Health Organization. Available at: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/ru/> (accessed January 2015).
2. Abdulla J., Abildstrom S. Z., Gotzsche O., Christensen E., Kober L., Torp-Pedersen C. 64-multislice detector computed tomography coronary angiography as potential alternative to conventional coronary angiography: a systematic review and meta-analysis. *Eur Heart J.* 2007; 28: 3042-3050.
3. Practical guidance ACC/AHA for coronarography. *Bulletin of Bakoulev CCVS for Cardiovascular Surgery "Cardiovascular diseases". General questions* 2002; 3 (8) (in Russian).
4. Danilov N.M., Matchin Yu.G., Gorgadze T.T., Chazova I.E., Savchenko A.P. Indications for coronary angiography. *Consilium*

- for the imager and referring clinician. *J Am Coll Cardiol Img.* 2008; 1: 460-71.
13. Goldstein J.A., Gallagher M.J., O'Neill W., Ross M.A., O'Neil B.J., Raff G. A randomized controlled trial of multislice coronary computed tomography for evaluation of acute chest pain. *J Am Coll Cardiol.* 2007; 49: 863-71.
14. Feuchtner G., Loureiro R., Bezerra H., Rocha-Filho J.A., Sarwar A., Pflederer T. et al. Quantification of coronary stenosis by dual source computed tomography in patients: A comparative study with intravascular ultrasound and invasive angiography. *Eur J Radiol.* 2012; 81 (1): 83-8.
15. Cury R.C., Pomerantsev E.V., Ferencik M., Hoffmann U., Nieman K., Moselewski F. et al. Comparison of the degree of coronary stenoses by multidetector computed tomography versus by quantitative coronary angiography. *Am J of Cardiol.* 2005; 96 (6): 784-787.
16. Busch S., Johnson T.R.C., Nikolaou K., von Ziegler F., Knez A., Reiser M.F., Becker C.R. et al. Visual and automatic grading of coronary artery stenoses with 64-slice CT angiography in reference to invasive angiography. *Eur Radiol.* 2007; 17: 1445-51.
17. Hoffmann M.H., Shi M., Schmitz B.L., Schmid F.T., Lieberknecht M., Schulze R. et al. Noninvasive coronary angiography with multislice computed tomography. *JAMA.* 2005; 293: 2471-8.
18. Dragu R., Rispler S., Gherlin E., Gruberg L., Lessick J., Litmanovich D. et al. Contrast enhanced multi-detector computed tomography coronary angiography versus conventional invasive quantitative coronary angiography in acute coronary syndrome patients— correlation and bias. *Acute Card Care.* 2006; 8: 99 - 104.
19. Arbab-Zadeh A., Texter J., Ostbye K., Kitagawa K., Brinker J., George R.T. et al. Quantification of lumen stenoses with known dimensions by conventional angiography and computed tomography—implications for the use of angiography as a gold standard. *Heart.* 2010; 96 (17): 1358-1363.
20. Ahmed B., Martinez J.D., Schevchuck A., Ahmed S., Schrader R., Peralta M.A. et al. Appropriate Timing of Nitroglycerin Prior to Intravascular Ultrasound. *J Invasive Cardiol.* 2012; 24 (9): 422-426.
21. Achenbach S. Quantification of Coronary Artery Stenosis by Computed Tomography. *J Am Coll Cardiol Img.* 2008; 1 (4): 472-474.
22. Джанчатов Б.А., Капанадзе Л.Б., Серова Н.С. Радиология в оценке коронарных артерий кальциноза. *Consilium Medicum. Heart and vessels diseases.* 2006; 1: 15-19 (in Russian).
23. Меркулов Е.В., Миронов В.М., Самко А.Н. Руководство по коронарной ангиографии, вентрикулографии и обходной ангиографии. Демонстрации и схемы. 2011. 99 с. (in Russian).
24. Чазов Е.И. Сердечно-сосудистые заболевания. Москва, Медицина, 1997. 832 с. (in Russian).
25. Sun J., Zhang Z., Lu B., Yu W., Yang Y., Zhou Y. et al. Identification and Quantification of Coronary Atherosclerotic Plaques: A Comparison of 64-MDCT and Intravascular Ultrasound. *AJR.* 2008; 190: 748-754.
26. Джанчатов Б.А., Капанадзе Л.Б., Серова Н.С. Радиология в оценке коронарных артерий кальциноза. *REJR.* 2015; 5 (1):

- 58-65. Available at: <http://www.rejr.ru/volume/17/r8.pdf> (in Russian).
- 9.Prokop M., Galanski M. *Spiral and Multislice Computed Tomography of the Body*. Moscow, MEDpress-inform, 2011. 712 p. (in Russian).
- 10.Schoenhagen P., Ziada K.M., Vince D.G., Nissen S.E., Tuzcu E.M. Arterial remodeling and coronary artery disease: the concept of “dilated” versus “obstructive” coronary atherosclerosis. *J Am Coll Cardiol*. 2001; 38 (2): 297–306.
- 11.Ternovoy S.K., Nikonova M.E., Akchurin R.S., Fedotenkov I.S., Shiryayev A.A. Capabilities of multislice computed tomography in the evaluation of coronary arteries and ventriculography versus interventional coronary and ventriculography. *REJR*. 2013; 3 (1): 28-35. Available at: <http://rejr.ru/volume/9/nikonova.pdf> (in Russian).
- 12.Cheng V., Gutstein A., Wolak A., Suzuki Y., Dey D., Gransar H. et al. Moving beyond binary grading of coronary arterial stenoses on coronary computed tomographic angiography. *Insights for the imager and referring clinician. J Am Coll Cardiol Img*. 2008; 1: 460–71.
- 13.Goldstein J.A., Gallagher M.J., O’Neill W., Ross M.A., O’Neil B.J., Raff G. A randomized controlled trial of multislice coronary computed tomography for evaluation of acute chest pain. *J Am Coll Cardiol*. 2007; 49: 863–71.
- 14.Feuchtner G., Loureiro R., Bezerra H., Rocha-Filho J.A., Sarwar A., Pflederer T. et al. Quantification of coronary stenosis by dual source computed tomography in patients: A comparative study with intravascular ultrasound and invasive angiography. *Eur J Radiol*. 2012; 81 (1): 83-8.
- 15.Cury R.C, Pomerantsev E.V., Ferencik M., Hoffmann U., Nieman K., Moselewski F. et al. Comparison of the degree of coronary stenoses by multidetector computed tomography versus by quantitative coronary angiography. *Am Jl of Cardiol*. 2005; 96 (6): 784–787.
- 16.Busch S., Johnson T.R.C., Nikolaou K., von Ziegler F., Knez A., Reiser M.F., Becker C.R. et al. Visual and automatic grading of coronary artery stenoses with 64-slice CT angiography in reference to invasive angiography. *Eur Radiol*. 2007; 17: 1445–51.
- 17.Hoffmann M.H., Shi M., Schmitz B.L., Schmid F.T., Lieberknecht M., Schulze R. et al. Noninvasive coronary angiography with multislice computed tomography. *JAMA*. 2005; 293: 2471–8.
- 18.Dragu R., Rispler S., Ghersin E. Gruberg L., Lessick J., Litmanovich D. et al. Contrast enhanced multi-detector computed tomography coronary angiography versus conventional invasive quantitative coronary angiography in acute coronary syndrome patients— correlation and bias. *Acute Card Care*. 2006; 8: 99 – 104.
- 19.Arbab-Zadeh A., Texter J., Ostbye K., Kitagawa K., Brinker J., George R.T. et al. Quantification of lumen stenoses with known dimensions by conventional angiography and computed tomography—implications for the use of angiography as a gold standard. *Heart*. 2010; 96 (17): 1358–1363.
- 20.Ahmed B., Martinez J.D., Schevchuck A., Ahmed S., Schrader R., Peralta M.A. et al. Appropriate Timing of Nitroglycerin Prior to Intravascular Ultrasound. *J Invasive Cardiol*. 2012; 24 (9): 422-426.
- 21.Achenbach S. Quantification of Coronary Artery Stenosis by Computed Tomography. *J Am Coll Cardiol Img*. 2008; 1 (4): 472-474.

ПРОТОКОЛ МУЛЬТИСПИРАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ ТРАВМ СРЕДНЕЙ ЗОНЫ ЛИЦА

Павлова О.Ю., Серова Н.С.

Цель. Уточнение и дополнение протокола мультиспиральной компьютерной томографии у пациентов с травмами средней зоны лица на предоперационном этапе.

Материалы и методы. В клинике Первого МГМУ им. И.М. Сеченова было обследовано 62 пациента (100%) на 1-2 день после травмы. Всем пациентам была выполнена МСКТ средней зоны лица в день поступления. Исследование дополнялось мультипланарными и трехмерными реконструкциями.

Результаты. Переломы нижней и латеральной стенок орбиты встречались у всех 62 пациентов (100%), в 10 случаях (16%) определялся перелом медиальной стенки, в 5 (8%) - перелом верхней стенки. Энтофтальм определялся у 18 пациентов (29%). У большей части пациентов (n=43, 69%) определялась травма скуловой кости и ее дуги. Переломы стенок верхнечелюстных синусов на стороне травматического воздействия определялись в 45 случаях (72%).

У семи пациентов (11%) определялись последствия травматического повреждения глазного яблока. Патология зрительного нерва выявлялась у 15 пациентов (24%). Повреждение глазодвигательных мышц встречалось у 25 пациентов (40%). Наличие внутриорбитальной эмфиземы наблюдалось у 13 пациентов (21%).

Вывод. МСКТ является методом выбора обследования пациентов с травмами средней зоны лица. Представленная схема описания структур средней зоны лица включает в себя описание всех значимых костных, мягкотканых и сочетанных повреждений, отражает максимум информации о характере и объеме повреждений, позволяет оптимизировать план хирургического лечения.

Ключевые слова: травма, средняя зона лица, МСКТ, анализ изображений.

Контактный автор: Павлова О.Ю., dr.olgapavlova@gmail.com

Для цитирования: Павлова О.Ю., Серова Н.С. Протокол мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике травм средней зоны лица. REJR. 2016; 6 (3):48-53. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-48-53.

Статья получена: 06.08.2016

Статья принята: 20.08.2016

MSCT PROTOCOL IN MIDFACE TRAUMA DIAGNOSTICS

Pavlova O.Yu, Serova N.S.

Purpose. To establish the multi-slice computed tomography (MSCT) protocol in patients with midface trauma, to develop the recommendations for images analysis in midface trauma.

Materials and methods. Sixty two patients with midface trauma were admitted to the hospital on the 1-2 day after the injury. MSCT scans were performed during the first days of admission.

Results. MSCT revealed herniation of orbital contents (n=18, 29%), globe trauma (n=7, 11%), injured optic nerve (n=15, 24%) and deformation of eye muscles (n=25, 40%). As well, fractures of the orbital floor (n=62, 100%), lateral (n=62, 100%), medial (n=10, 16%) and superior (n=5, 8%) orbital walls. MSCT assessed multiply fractures of zygomatic bone and arch (n=43, 69%), anterior and lateral maxillary sinus walls (n=45, 72%).

Conclusion. MSCT is the modality of choice in patients with midface trauma. The standardize protocol of MSCT diagnostics has been established as well as the recommenda-

ФГБОУ ВО
Первый Московский
государственный
медицинский
университет им. И.М.
Сеченова.
г. Москва, Россия.

I.M. Sechenov First
Moscow State Medical
University.
Moscow, Russia.

tions for images analysis in patients with midface trauma.

Keywords: midface, trauma, MSCT, images analysis.

Corresponding author: Pavlova O.Yu., dr.olgapavlova@gmail.com

For citation: Pavlova O.Yu, Serova N.S. MSCT protocol in midface trauma diagnostics. REJR. 2016; 6 (3):48-53. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-48-53.

Received: 06.08.2016

Accepted: 20.08.2016

Проблема травматических повреждений средней зоны лица остается крайне актуальной на сегодняшний день. Приоритетной причиной травм являются дорожно-транспортные происшествия [2, 3, 7]. По прогнозам ВОЗ число дорожно-транспортных происшествий (ДТП) будет расти, и к 2030 году они станут седьмой по значимости причиной смерти [1]. В комплексе лечебных и реабилитационных мероприятий у пациентов с травмой средней зоны лица большое значение имеют методы лучевой диагностики [2, 3, 4]. Ведущим методом обследования пациентов является мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) [2, 4, 5].

При травмах средней зоны лица почти в трети случаев повреждается орган зрения, что приводит к инвалидизации пациента [3, 4, 6]. До 50,0% случаев повреждения органа зрения приводят к слепоте одного глаза, в 20,0 % - двусторонней слепоте [3, 4, 6]. Статистически известно, что при офтальмологической травме в 82% случаев присутствуют переломы орбиты [5, 6, 7].

Несмотря на то, что проблеме диагностики травм средней зоны лица уделяют немало внимания в отечественной и зарубежной литературе, до сих пор требует уточнения алгоритм обследования пациентов на предоперационном этапе и определение критериев описания повреждений костных и мягкотканых структур средней зоны лица при лучевом исследовании.

Цель.

Уточнение и дополнение протокола мультиспиральной компьютерной томографии у пациентов с травмами средней зоны лица на предоперационном этапе.

Материалы и методы.

С 2015 по 2016 года в клинике Первого МГМУ им. И.М. Сеченова было обследовано 62 пациента, поступивших на 1-2 сутки после травмы. У всех пациентов диагностировано повреждение средней зоны лица. Группа пациентов состояла из 55 мужчин (88%) и 7 женщин (11%) в возрасте от 17 до 50 лет. Большинство пациентов получили травму вследствие ДТП (n=40, 64%), у 18 пациентов – уличная и бытовая травма (30%) и в 4 случаях (6%) – спортив-

ная травма. Значительно преобладали односторонние повреждения (n=53, 85%), в 9 случаях (15%) наблюдались двусторонние повреждения вследствие тяжелых ДТП.

МСКТ исследование на предоперационном этапе проводилось всем пациентам в день поступления. Исследование было выполнено на аппарате Siemens Somatom Sensation 40 и на аппарате Toshiba Aquilion One 640 в объемном и спиральном режимах, с толщиной среза 0,5 мм, в режиме костной и мягкотканной реконструкции. Исследование дополнялось мультипланарными и трехмерными реконструкциями. Формат DICOM использовался для интраоперационной навигации и при выполнении 3D стереолитографических моделей лицевого скелета.

Интерпретацию МСКТ изображений у пациентов с травматическими повреждениями средней зоны лица начинали с анализа мультипланарных реконструкций в режиме «костного» окна. При этом важным аспектом правильного анализа являлось выравнивание изображений на рабочей станции, добиваясь максимальной симметричности сторон.

Для оптимальной визуализации верхней и нижней стенок орбиты использовались корональная и сагиттальная плоскости, для анализа медиальной и латеральной стенок орбиты – аксиальная плоскость, при необходимости выведения подглазничного и носослезного каналов сочетали сагиттальную и корональную плоскости.

Критерии оценки костных структур средней зоны лица до оперативного лечения (Рис. 1):

- Орбиты:
 - симметричность и положение орбит;
 - измерение анатомических параметров орбит - глубина, ширина и высота,
 - объемы орбит (мл);
 - состояние всех стенок орбит, включая верхушку орбиты и верхнюю и нижнюю глазничные щели;
 - целостность стенок подглазничного канала;
 - наличие внутриорбитальной эмфиземы.
- Околоносовые синусы:
 - положение и симметричность верхнече



Рис. 1,а.



Рис. 1,б.



Рис. 1,в.



Рис. 1,г.

Рис. 1. МСКТ, режим костного окна.

а- корональная плоскость, оскольчатый перелом нижней стенки левой орбиты (красная стрелка).

б - аксиальная плоскость, оскольчатый перелом медиальной и латеральной стенок левой орбиты (красные стрелки).

в - корональная плоскость, оскольчатый перелом стенок левого носо-слезного канала (красные стрелки).

г - сагиттальная плоскость, оскольчатый перелом стенок левого подглазничного канала (красная стрелка).

люстных синусов, изменение их объёмов, наличие гемосинуса, состояние всех стенок, включая детальную оценку сохранной костной ткани верхней стенки синуса с целью планирования возможного хирургического лечения;

- клетки решетчатой кости, состояние решетчатой, глазничной и перпендикулярной пластинок решетчатой кости, наличие локального мягкотканного патологического содержимого в клетках в области костно-травматических повреждений;

- лобные синусы, состояние глазничной части лобной кости и надглазничного края, наличие локального мягкотканного патологического содержимого в клетках в области костно-травматических повреждений;

- клиновидный синус, состояние тела, больших и малых крыльев, и крыловидных отростков клиновидной кости, наличие локально-

го мягкотканного патологического содержимого в клетках в области костно-травматических повреждений.

3. Полость носа:

- симметричность, целостность и смещение носовых костей;

- целостность лобных отростков верхней челюсти, состояние носо-лобных швов;

- целостность слёзных костей и стенок носо-слёзных каналов, состояние перегородки носа, носовых раковин и сошника.

4. Скуловая кость:

- целостность тела скуловой кости;

- состояние скуло-лобного, скуло-верхнечелюстного и скуло-орбитального швов;

- целостность скуловой дуги в области височного отростка скуловой кости и скулового отростка височной кости.

5. Твердое нёбо:

- симметричность нёбных костей;
 - состояние горизонтальной и вертикальной пластинок нёбных костей;
 - целостность больших нёбных каналов;
 - целостность стенок крыло-нёбных ямок.
6. Альвеолярный отросток верхней челюсти:

- Костно-травматические изменения;
- Состояние зубов.

7. Височно-нижнечелюстной сустав.

Критерии оценки мягкотканых структур средней зоны лица до оперативного лечения (Рис. 2):

1. Структуры орбиты:

- Глазное яблоко (наличие, симметричность, положение глазных яблок, состояние и положение хрусталика, состояние стекловидного тела, изменение его плотности, наличие инородных тел в глазном яблоке).

- Околорублярная клетчатка (пролабирование мягких тканей в верхнечелюстной синус, структура, наличие инородных тел).
- Глазодвигательные мышцы (симметричность мышц, пролабирование всей или части мышц в верхнечелюстной синус, состояние мышцы (утолщение), форма, изменение её структуры и плотности).
- Зрительный нерв (симметричность по сравнению с контралатеральной стороной, диаметр зрительного нерва, изменение его структуры и плотности).
- Слёзные железы (положение слёзных желез, симметричность, изменение структуры и плотности слёзных желез).



Рис. 2,а.



Рис. 2,б.



Рис. 2,в.



Рис. 2,г.

Рис. 2. МСКТ, режим мягкотканного окна.

а - корональная плоскость, перелом дна орбиты и пролабирование мягкотканного компонента левой орбиты в верхнечелюстной синус (красная стрелка), утолщение всех глазодвигательных мышц левой орбиты.

б - аксиальная плоскость, утолщение медиальной прямой глазодвигательной мышцы правой орбиты (красная стрелка) при сравнении с контралатеральной стороной.

в - сагиттальная плоскость, резко извитой характер хода правого зрительного нерва (красная стрелка).

г - корональная плоскость, выраженная эмфизема мягких тканей левой щечной области (красная стрелка).

2. Мягкие ткани лица:

- отек мягких тканей лица;
- эмфизема мягких тканей лица.

3. Большие слюнные железы.

Результаты.

Оценка травматических повреждений средней зоны лица проводилась у всех 62 пациентов (100%) по предложенной схеме, проводилось детальное описание всех костных и мягкотканых повреждений.

Переломы нижней и латеральной стенок орбиты встречались у всех 62 пациентов (100%), в 10 случаях (16%) определялся перелом медиальной стенки, в 5 (8%) - перелом самой прочной - верхней стенки. Энтофтальм в виде пролабирования мягкотканного содержимого орбиты в верхнечелюстной синус определялся у 18 пациентов (29%). У большей части пациентов (n=43, 69%) травмы средней зоны лица порождали вычленение и смещение скуловой кости по трём швам: скуло-лобный, скуло-верхнечелюстной и скуло-глазничный, также часто встречались переломы скуловой дуги как в области височного отростка скуловой кости, так и скулового отростка височной кости. Переломы стенок верхнечелюстных синусов на стороне травматического воздействия определялись в 45 случаях (72%), не менее часто они сопровождалась гемосинусом различной степени выраженности.

Возможности МСКТ позволяли не только диагностировать наличие энтофтальма, но и определять характер пролабирующих в верхнечелюстной синус структур у 18 пациентов (29%): глазное яблоко, глазодвигательные мышцы, зрительный нерв, жировая клетчатка. У семи пациентов (11%) определялись последствия травматического повреждения глазного яблока: отсутствие глазного яблока (n=3, 5%), смещение

хрусталика (n=2, 3%) и кровоизлияния в стекловидное тело (n=2, 3%). Патология зрительного нерва во многом зависела от изменений объёма поврежденной орбиты и проявлялась его утолщением и резко извитым характером хода, выявлялась у 15 пациентов (24%). Повреждение глазодвигательных мышц определялись у 25 пациентов (40%) и включали в себя пролабирование всей или части мышцы в верхнечелюстной синус, повреждение мышц костными фрагментами, утолщение и атипичное расположение мышцы. Отек и эмфизема мягких тканей различной степени выраженности наблюдались практически у всех пациентов, однако наличие вакуолей воздуха внутриорбитально определялось у 13 пациентов (21%).

Заключение.

МСКТ остаётся методом выбора обследования пациентов с травмой средней зоны лица. Представленная схема описания структур средней зоны лица является наиболее полной и включает в себя описание всех значимых костных, мягкотканых и сочетанных повреждений, что позволяет в наиболее короткие временные сроки предоставить максимум информации о характере и объёме повреждений и составить оптимальный план хирургического лечения.

Источник финансирования. Работа выполнена в рамках реализации гранта Президента РФ МД-5534.2016.7 «Разработка новых лучевых технологий и алгоритмов их применения в 3D-моделировании, диагностике и мониторинге лечения заболеваний и повреждений челюстно-лицевой области».

Конфликт интересов. Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Дорожно-транспортные травмы. Информационный бюллетень N°358 (Октябрь 2015). Доступно по: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs358/ru/>
2. Серова Н.С. Лучевая диагностика сочетанных повреждений костей лицевого черепа и структур орбиты. Дис. канд. мед. наук. О., 2006. 130 с.
3. Дубровин М.С., Копецкий И.С., Полунин В.С. Медико-социальная характеристика больных с повреждениями челюстно-лицевой области. Вестник Росздравнадзора. 2013; 2: 46-48.
4. Павлова О.Ю., Серова Н.С., Медведев Ю.А., Петрук П.С.

Лучевая диагностика травм костей средней зоны лица. REJR. 2014; 4 (3): 39-44.

5. Павлова О.Ю., Серова Н.С. Многосрезовая компьютерная томография в диагностике переломов глазниц. Вестник рентгенологии и радиологии. 2015; 3: 12-17.
6. Wayne S. Kubal. Imaging of Orbital Trauma. RadioGraphics. 2008; 28: 1729-1739.
7. Nasti A.L., Gurney B. Current concepts in midface fracture management. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg. 2016; 24 (4): 368-75. doi: 10.1097/MOO.000000000000267.

References:

1. Road traffic injuries. Fact sheet N°358. Updated October 2015. Available at: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs358/ru/> (In Russian).
2. Serova N.S. Radiology of combined facial and orbital structures. Cand. Diss. O., 2006. 130 p. (In Russian).
3. Dubrovin M.S., Kopetskiy I.S., Polunin V.S. Medical and social characteristics of patients with maxillofacial injuries. Vestnik roszdravnadzora. 2013; 2: 46-48 (In Russian).
4. Pavlova O.Yu., Serova N.S., Medvedev Yu. A., Petruk P. S. The radiology of midface trauma. REJR. 2014; 4 (3): 39-44 (In Russian).

3. Dubrovin M.S., Kopetskiy I.S., Polunin V.S. Medical and social characteristics of patients with maxillofacial injuries. Vestnik roszdravnadzora. 2013; 2: 46-48 (In Russian).
4. Pavlova O.Yu., Serova N.S., Medvedev Yu. A., Petruk P. S. The radiology of midface trauma. REJR. 2014; 4 (3): 39-44 (In Russian).

5. Pavlova O.Yu., Serova N.S. Multislice computed tomography in the diagnosis of orbital fractures. *Journal of radiology*. 2015; 3: 12-17 (In Russian).

6. Wayne S. Kubal. *Imaging of Orbital Trauma*. *RadioGraphics*.

2008; 28: 1729–1739.

7. Nastri A.L., Gurney B. Current concepts in midface fracture management. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2016; 24 (4): 368-75. doi: 10.1097/MOO.000000000000267.

CT GUIDED CERVICAL NERVE ROOT INJECTIONS AS A TREATMENT OF ACUTE BRACHALGIA - TECHNIQUE AND MANAGEMENT CONSIDERATIONS FOR RADIOLOGISTS

Butt S.,¹ Jadun C.K.²

The authors describe CT guided injection of cervical nerve roots in treatment of acute arm pain. This technique can help improve the patient's symptoms and, when used with a good clinical support, can effectively reduce the time taken to recover from acute cervical spine spondylotic symptoms. Although the technique remains risky, when used with appropriate precautions, it has good results and an adequate safety record.

1 - The Royal National Orthopaedic Hospital NHS Trust.

2 - University Hospital of North Midlands, Stanmore, UK.

Keywords: cervical spondylosis, acute brachalgia, CT scan, nerve root block.

Corresponding author: Sajid Butt., sajid.butt@rnoh.nhs.uk

For citation: Butt S., Jadun C.K. CT guided cervical nerve root injections as a treatment of acute brachalgia - Technique and management considerations for radiologists. REJR. 2016; 6 (3):54-58. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-54-58.

Received: 11.07.2016

Accepted: 25.07.2016

МСКТ НАВИГАЦИЯ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ОСТРОЙ БРАХИАЛГИИ С ПОМОЩЬЮ ИНЪЕКЦИЙ В ШЕЙНЫЕ НЕРВНЫЕ КОРЕШКИ - МЕТОДИКА И РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ РЕНТГЕНОЛОГОВ

Батт С.¹, Джадун С.К.²

Представленной статье описано лечение острой боли в руке с помощью инъекций в нервные корешки шейного отдела позвоночника под контролем компьютерной томографии (КТ). Данный метод лечения позволяет эффективно купировать болевой синдром и способствует быстрой реабилитации пациентов после приступов острой брахиалгии. Несмотря на то, что техника выполнения остается рискованной, при соблюдении определенных мер предосторожности, могут быть достигнуты надлежащий уровень безопасности и удовлетворительные результаты лечения.

1 - Королевская Национальная ортопедическая больница NHS, доверие. Станмор, Великобритания.

2 - Университетский госпиталь Северного Мидлендс. Станмор, Великобритания.

Ключевые слова: спондилез, шейный отдел позвоночника, острая брахиалгия, КТ, блокада нервного корешка.

Контактный автор: Sajid Butt., sajid.butt@rnoh.nhs.uk

Для цитирования: Батт С., Джадун С.К. КТ навигация при лечении острой брахиалгии с помощью инъекций в нервные корешки шейного отдела позвоночника - методика и рекомендации для рентгенологов. REJR. 2016; 6 (3):54-58. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-54-58.

Статья получена: 11.07.2016

Статья принята: 25.07.2016

Cervical spondylosis is a common condition and tends to affect middle aged and elderly patients (45 to 64 years age most commonly affected) [1]. Incidence of patients who

present with severe pain in one or both arms (brachalgia) is 0.8 per 1000 patients per year [2]. The pain is usually severe and can be disabling causing the patients to get time off work. Accord-

ing to the data available, neck pain, after low back pain is the commonest musculoskeletal cause for patients to seek advice in primary care worldwide

learn and provided the precautions that are mentioned in the paper are adhered to, should not cause any serious harm to the patients.

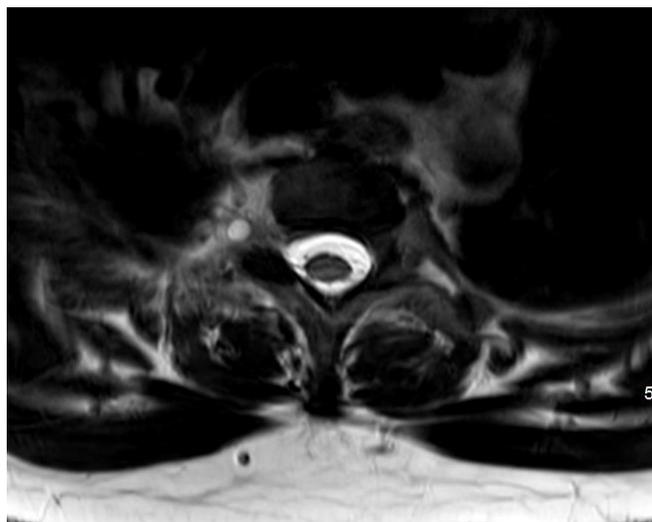


Fig. 1,a.

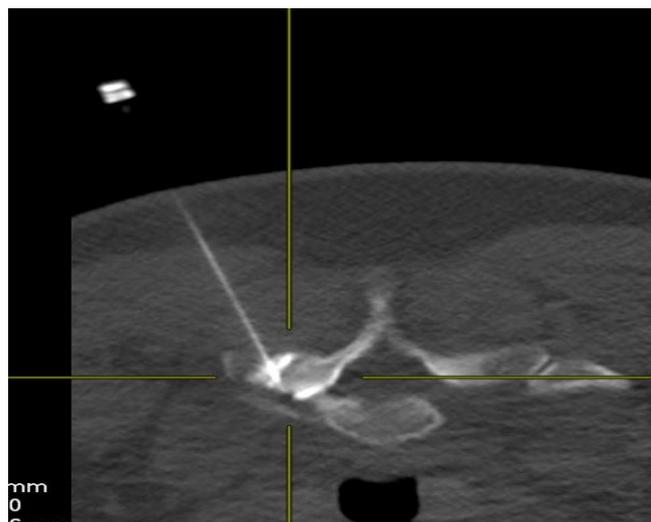


Fig. 1,b.

Fig. 1. MRI, T2-WI. 42 years old female patient who presented with pain in the right arm along C8 nerve root distribution. Her MRI scan showed a posterior perineural cyst at the posterior margin of right C8 nerve root (arrow in figure 1 a).

MSCT, axial projection. This nerve root was injected from a posterior approach with the patient in prone position. Injection of contrast medium shows a perineural spread of the medicine with an intraforaminal spill (arrow).

[3].

Most of the patients will respond to conservative treatment including NSAIDs, 3-6 weeks of physiotherapy, cervical collar and rest [4]. In cases which do not respond to these conservative methods and/or in whom the pain is intractable, symptoms can be significantly improved by image guided injections of steroids and local anaesthetic [5]. These injections also have a diagnostic use, when targeted injections can be used to pin point the degree of pain that is being generated by a particular nerve getting compressed [6]. This procedure can be performed under ultrasound, ultrasound and fluoroscopy, fluoroscopy or under CT guidance [7-11].

These injections are however potentially risky and can cause a significant harm by damaging vessels that supply blood to the brain and spinal cord [12-16]. In order for this injection to work, the needle has to be close to the dorsal root ganglion and away from the arterial branches. CT scan allows accurate placement of the treatment needle to be placed in the cervical neural foramen. It is therefore possible to administer the medicine in an effective and safe location [9].

In this article, we describe a technique that has been used in our hospitals for the last ten years with a good degree of efficacy without any significant side effects. The technique is easy to

Patient selection.

The patients for this procedure are all seen by consultant neurosurgeons. They have MRI scans of cervical spine. These images are seen by a consultant radiologist. Patients' clinical symptoms are correlated by MRI findings. If a discosteophyte bar is seen to cause a nerve root impingement, and the distribution of symptoms correlates with the nerve root compression, along with conservative treatment, the patient is offered to have a CT guided nerve root block.

At this point, a referral is made to the consultant radiologist who goes through a consent process in which patients are explained about the technique, possible risks vs benefits and post procedure care. Patients are also given written information sheets which allow them to go through the procedural details in their own time.

If the patients' symptoms do not respond to the conservative management, and they decide to proceed with CT guided nerve root block, they get given an appointment for the procedure.

If any patient is on oral anticoagulation treatment, then this is stopped at an appropriate time before the treatment (Warfarin is stopped 5 days before the injection and patients are put on replacement low molecular weight heparin. Antiplatelet medicines are stopped 10 days before the procedure. Aspirin 75 mg can still be used

and need not be stopped).

On the day of the procedure, patients report to the in-patient's day ward where they are assessed by the ward staff. They are then sent to the CT scan department where the consultant ra-

sal root ganglion of the exiting spinal nerve. The spinal nerve exits from the neural foramen in its lower half. In the upper half, there are small blood vessels. Anteriorly, there is the vertebral artery. The needle therefore is to be positioned adjacent

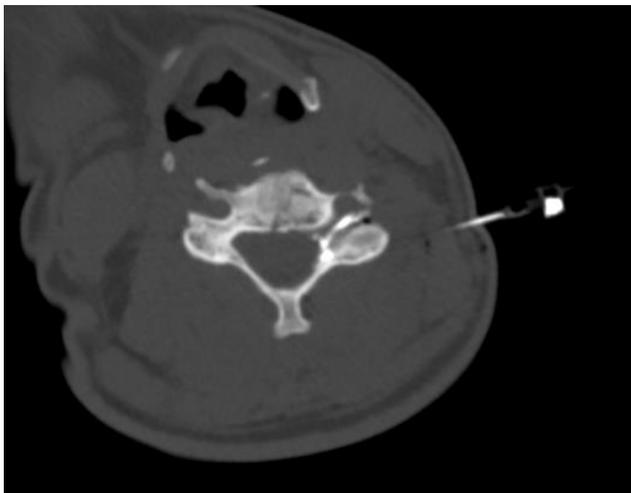


Fig. 2,a.

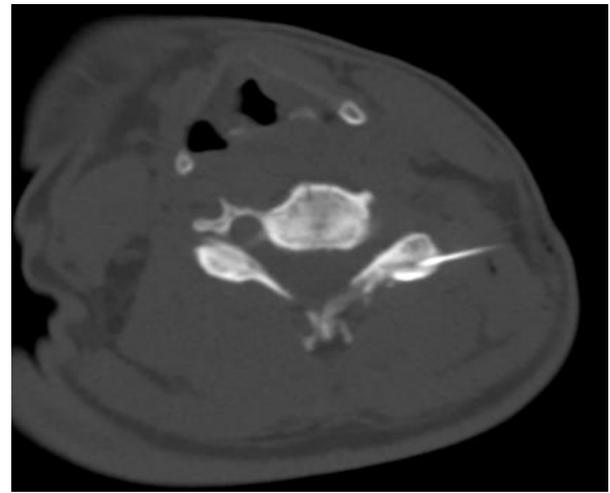


Fig. 2,b.

Fig. 2. MSCT, axial projection.

When the exiting nerve root is closely applied to the vertebral artery, a safer alternative to direct needle placement at the posterior margin of neural foramen would be to inject the ipsilateral facet joint (figure 2b). Injection of contrast medium shows spill of medicine in intraforaminal distribution (figure 2 a).

diologist, doing the procedure obtains their consent and gets them to sign their consent forms. Getting a two stage consent is important as the procedure is potentially risky. Life threatening and life changing complications have been reported in the world literature following this [11-15]. Giving time to the patients to consider its pros and cons is therefore considered, "good practice".

Patient's relevant imaging is reviewed. It is authors' experience that going through the patient's imaging with them and showing them CT scan images of similar procedures helps them understand the details better and lets them cooperate with the radiologist. It also puts their mind at rest and they are able to tolerate the procedure in a more helpful manner.

Medicines to be used.

For the injection, a mixture of long acting local anaesthetic and a steroid preparation is used.

Particulate steroids like methylprednisolone 40 mg, (Depo-medrone, Pfizer, Sandwich, UK) and Kenalog (Triamcinolone acetate 40 mg, Squibb, Uxbridge UK) tend to stay around the injection site for a longer period of time. These steroid preparations are however risky as the particulate material could get injected in the small vessels and result in embolic injury to spinal cord and brain [14].

The final needle position is next to the dor-

to the posterior margin of the lower half of the neural foramen [17]. With CT scan guidance, it is possible to avoid position of the needle within the wall of the vertebral artery. However, the smaller unnamed branches of blood vessels are not visible with CT scan resolution, and therefore it is possible, theoretically at least, that some of the injection material gets into these vessels. It is this infiltration of particulate material in these vessels which has been hypothesised to cause embolic injury to the spinal cord in some case reports [16, 18, 19]. Therefore, the general consensus is that the steroid preparation that is used should be non-particulate. Recommended steroid preparation to be used is betamethasone (8 mg, Betamethasone 4 mg/ml solution, Focus pharmaceuticals, London, UK) [20]. This steroid injection would tend to get absorbed relatively quickly, and would not have a longer pain relief as injection of particulate material steroid, but the difference in the degree and duration of pain relief was not found to be clinically significant [21]. The soluble steroid preparations are however certainly safer to use [20].

The local anaesthetic with which this steroid is mixed is 0.5% Bupivacaine (Bupivacaine 0.5% w/v injection, Accord healthcare Ltd. Harrow, UK).

Technique.

Patient is positioned supine on the CT scan table. For injecting C7-T1 neural foramen, a prone position can also be used (Fig. 1 b). In patients in whom the neural foramen is markedly narrowed and where the vertebral artery is closely apposed with the nerve root, needle tip can be aimed for its tip to be positioned in the facet joint (Fig. 2 a, b). Injection of contrast medium shows that most of

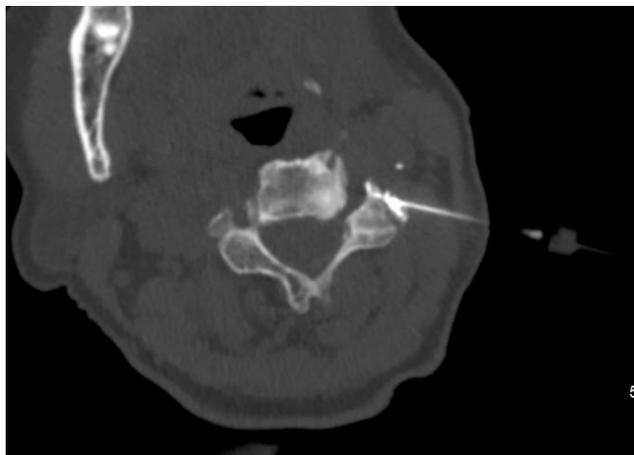


Fig. 3.

Fig. 3. MSCT, axial projection.

The needle is placed at the posterior margin of neural foramen. Injection of contrast medium shows a peineural spread of medicine with no arterial flow.

these patients would have medicine spread in extradural distribution in the neural foramen.

For supine position, patient's head is slightly turned to the contra lateral side and a marking grid is placed on the skin.

A short segment CT scan of the section of neck is performed. The appropriate CT scan image is chosen and a skin mark is placed to help identifying the spot which would allow access to the peri neural needle placement (Fig. 3).

Skin is cleansed with 0.5% Chlorhexidine solution in 70% alcohol (Hydrex solution, Ecolab Ltd. Leeds UK). Chlorhexidine in alcohol is superior to Chlorhexidine in water or Povidone iodine solution. Because of neuroirritant nature of chlorhexidine, 2% solution of this compound (Chlora Prep, Carefusion, UK Ltd. Reigate UK) is best avoided [21]. The area is draped and local anaesthetic (1% Lidocaine, Hameln pharmaceuticals, Gloucester UK) is injected in the subcutaneous plain.

Steroid and levo-Bupivacaine is then mixed up in a 3 mls luer lock syringe. Omnipaque 250 contrast medium is drawn up in a second 3 mls luer lock syringe. This syringe is clearly marked with a sticker for its accurate identification and is connected with a long plastic tube. While these syringes are being prepared, local anaesthetic that

has been injected in the subcutaneous plain has anaesthetised the soft tissues. A needle localising scan is then obtained which confirms the line of needle advancement.

A 20 G 5 cm long needle is used for actual injection. This is slowly and incrementally advanced. Each incremental advancement is followed by a CT scan image to confirm that the line of advancement of needle is accurate.

Once the desired needle tip position has been achieved (at the posterior margin of the lower half of the neural foramen abutting the anterior surface of the articular pillar), the needle is connected with the plastic tube which was connected with the syringe that has been filled up with contrast medium.

The plunger is withdrawn to ensure that no blood is being aspirated. If there is blood seen in the tube, the needle tip is readjusted. A small amount of contrast medium is then injected. CT scan image confirms that the needle tip is correctly placed and ideally should show some contrast medium spreading medially, in an intraforaminal direction (Fig. 3). Once this has been confirmed, the syringe containing contrast medium is changed with the syringe containing the mixture of steroids and local anaesthetic. This is then slowly injected. The patient is warned that they could feel some tingling or pain extending along the distribution of the nerve. Once the injection is complete, the needle is taken out of patient's neck and the injection site is cleaned off iodine and an antiseptic dressing applied.

The patient is gently taken off the CT scan table.

They are then kept in the department for around 30 minutes. They are allowed to leave once they have been confirmed to be stable. They get given a pain recording chart on which they record their pain score for the next two weeks.

Post Operative Complications.

Some patients feel tingling along the distribution of the nerve which can also be mildly painful. Some patients feel a bit dizzy. We have seen the following findings in a minority of patients:

Temporary arm weakness, vasovagal dizziness, horner's syndrome, allergic rash and some worsening of arm pain. These features are all temporary and do not last for more than a couple of days responding to conservative management. The more serious reported complications include stroke and ischemic damage to the spinal cord. We have not seen these complications in any of our patients.

Conclusion.

The technique described is not difficult to learn. This however remains a risky procedure. All due diligence needs to be taken in order to minimise the risks. These risks are rare, nonetheless,

remain serious. By using the technique described, pain relief can be provided to these patients which can make a significant improvement in their quality of life. Diagnostic information obtained can

also be crucial to confirm the relevance of MRI findings of nerve root compression which helps in planning of surgical procedures.

References:

1. Radhakrishnan K., Litchy W.J., O'Fallon W.M., Kurland L.T. *Epidemiology of cervical radiculopathy. A population-based study from Rochester, Minnesota, 1976 through 1990. Brain: a journal of neurology.* 1994; 117 (2): 325-35.
2. Ellenberg M.R., Honet J.C., Treanor W.J. *Cervical radiculopathy. Archives of physical medicine and rehabilitation.* 1994; 75 (3): 342-52.
3. Binder A.I. *Cervical spondylosis and neck pain. BMJ (Clinical research ed).* 2007; 334 (7592): 527-31.
4. Kuijper B., Tans J.T., Beelen A., Nollet F., de Visser M. *Cervical collar or physiotherapy versus wait and see policy for recent onset cervical radiculopathy: randomised trial. BMJ (Clinical research ed).* 2009; 339: b3883.
5. Boswell M.V., Shah R.V., Everett C.R., Sehgal N., McKenzie Brown A.M., Abdi S., et al. *Interventional techniques in the management of chronic spinal pain: evidence-based practice guidelines. Pain physician.* 2005; 8 (1): 1-47.
6. Leonardi M., Pfirmann C.W., Boos N. *Injection studies in spinal disorders. Clinical orthopaedics and related research.* 2006; 443: 168-82.
7. Wakeling C., Bateman A., Hatrick A., Chatakonda S. *Combined fluoroscopic and ultrasound guided cervical nerve root injections. International orthopaedics.* 2016.
8. Jee H., Lee J.H., Kim J., Park K.D., Lee W.Y., Park Y. *Ultrasound-guided selective nerve root block versus fluoroscopy-guided transforaminal block for the treatment of radicular pain in the lower cervical spine: a randomized, blinded, controlled study. Skeletal radiology.* 2013; 42 (1): 69-78.
9. Bensler S., Sutter R., Pfirmann C.W., Peterson C.K. *Long Term Outcomes from CT-guided Indirect Cervical Nerve Root Blocks and their relationship to the MRI findings--A prospective Study. European radiology.* 2015; 25 (11): 3405-13.
10. Berger O., Dousset V., Delmer O., Pointillart V., Vital J.M., Caille J.M. [Evaluation of the efficacy of foraminal infusions of corticosteroids guided by computed tomography in the treatment of radicular pain by foraminal injection]. *Journal de radiologie.* 1999; 80 (9): 917-25.
11. Manchikanti L., Falco F.J., Diwan S., Hirsch J.A., Smith H.S. *Cervical radicular pain: the role of interlaminar and transforaminal epidural injections. Current pain and headache reports.* 2014; 18 (1): 389.
12. Baker R., Dreyfuss P., Mercer S., Bogduk N. *Cervical transforaminal injection of corticosteroids into a radicular artery: a possible mechanism for spinal cord injury. Pain.* 2003; 103 (1-2): 211-5.
13. Brouwers P.J., Kottink E.J., Simon M.A., Prevo R.L. *A cervical anterior spinal artery syndrome after diagnostic blockade of the right C6-nerve root. Pain.* 2001; 91 (3): 397-9.
14. Feeley I.H., Healy E.F., Noel J., Kiely P.J., Murphy T.M. *Particulate and non-particulate steroids in spinal epidurals: a systematic review and meta-analysis. European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society.* 2016.
15. Furman M.B., Giovanniello M.T., O'Brien E.M. *Incidence of intravascular penetration in transforaminal cervical epidural steroid injections. Spine.* 2003; 28 (1): 21-5.
16. Hodler J., Boos N., Schubert M. *Must we discontinue selective cervical nerve root blocks? Report of two cases and review of the literature. European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society.* 2013; 22 Suppl 3: S466-70.
17. Vallee J.N., Feydy A., Carlier R.Y., Mutschler C., Mompont D., Vallee C.A. *Chronic cervical radiculopathy: lateral-approach periradicular corticosteroid injection. Radiology.* 2001; 218 (3): 886-92.
18. Huston C.W., Slipman C.W., Garvin C. *Complications and side effects of cervical and lumbosacral selective nerve root injections. Archives of physical medicine and rehabilitation.* 2005; 86 (2): 277-83.
19. Manchikanti L., Hirsch J.A. *Neurological complications associated with epidural steroid injections. Current pain and headache reports.* 2015; 19 (5): 482.
20. Benzon H.T., Chew T.L., McCarthy R.J., Benzon H.A., Walega D.R. *Comparison of the particle sizes of different steroids and the effect of dilution: a review of the relative neurotoxicities of the steroids. Anesthesiology.* 2007; 106 (2): 331-8.
21. Working P. Campbell J.P., Plaaf F., Checketts M.R., Bogod D., Tighe S. et al. *Safety guideline: skin antisepsis for central neuraxial blockade. Anaesthesia.* 2014; 69 (11): 1279-86.

КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ АРТЕРИЙ БРАХИОЦЕФАЛЬНОГО БАССЕЙНА У ПАЦИЕНТОВ СТАРШЕЙ ВОЗРАСТНОЙ ГРУППЫ

Зубарев А.Р., Кривошеева Н.В., Рычкова И. В.,
Демидова А.К., Шарашкина Н.В.

Цель. Обосновать диагностическую значимость дуплексного сканирования с цветовым картированием в комплексной оценке состояния здоровья пожилого человека. Описать особенности изменений сонных артерий и толщины комплекса интима-медиа (ТИМ) у лиц пожилого и старческого возраста в зависимости от изменений липидного и углеводного обмена. На основании полученных данных определить группы риска по развитию мозгового инсульта, сформировать дифференцированный подход к лечению, что позволит улучшить качество жизни, повысить объем самообслуживания, социализации у данной группы населения.

Материалы и методы. В исследование включено 75 пациентов в возрасте от 65 до 99 лет. Мужчин было 43 (64,%), женщин - 24 (35,8%). Всем пациентам проведено полное клиническое обследование, лабораторные исследования и биохимический анализ крови. Изучение липидного спектра производилось путем оценки следующих параметров: общий холестерин сыворотки крови, триглицериды сыворотки крови. Параллельно у каждого пациента проводили оценку уровня инсулина и глюкозы крови. Всем включенным в исследование пациентам выполнено ультразвуковое обследование брахиоцефальных артерий на ультразвуковом приборе Aplio™ 500 компании Toshiba.

Результаты. Впервые проведено сопоставление данных лабораторного обследования, включающее оценку липидного спектра, уровня глюкозы и инсулина, состояния эхоструктуры атеросклеротической бляшки на основании данных ультразвукового исследования у пациентов старшей возрастной группы.

Выводы. Введение представленного алгоритма комплексного обследования в программу оказания помощи геронтологическим больным позволит выявить группы риска по развитию сосудистых катастроф, сформировать и провести необходимые профилактические мероприятия и определить лечебную тактику, что позволит максимально улучшить качество жизни и помочь большему числу пациентов достигнуть возраста долгожителей.

Ключевые слова: старшая возрастная группа больных, брахиоцефальные артерии, атеросклеротическая бляшка, характер атеросклеротической бляшки, липидный спектр крови, дислипидемия.

Контактный автор: Зубарев А.Р., a.zubarev@mail.ru

Для цитирования: Зубарев А.Р., Кривошеева Н.В., Рычкова И. В., Демидова А.К., Шарашкина Н.В. Клинико-лабораторные аспекты применения ультразвукового исследования в оценке состояния артерий брахиоцефального бассейна у пациентов старшей возрастной группы. REJR. 2016; 6 (3):59-67. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-59-67.

Статья получена: 29.06.2016

Статья принята: 13.07.2016

CLINICAL LABORATORY ASPECTS OF ULTRASOUND SCANNING IN ASSESSMENT OF BRACHIOCEPHALIC ARTERIES AMONG ELDERLY INDIVIDUALS

Zubarev A.R., Krivosheeva N.V., Rychkova I.V., Demidova A.K., Sharashkina N.V.

ФГБОУ ВПО Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова. Обособленное структурное подразделение ГБОУ ВПО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России «Российский геронтологический научно-клинический центр». г. Москва, Россия.

Purpose. The aims of this study were to substantiate the diagnostic value of duplex scanning with color mapping in an integrated assessment of the elderly person health status; to describe the features of the carotid arteries changes and the Intima-media complex (IMC) thickness among elderly individuals, depending on the lipid and carbohydrate metabolism changes.

N.I. Pirogov Russian National Research Medical University. Moscow, Russia.

The study aimed determining the risk of the stroke development based on these data, as well as forming a differentiated approach to the treatment, which will improve the quality of life, increase the amount of self-care and socialization among persons of the group given.

Materials and methods. The study involved 75 patients aged from 65 to 99 (43 men - 64%, 24 women - 35.8%). All patients had undergone a complex clinical examination, laboratory tests and blood chemistry. The study was performed by evaluating the following parameters: total cholesterol serum, serum triglycerides. In line, each patient was evaluated on the insulin and blood glucose levels. All patients included in the study had undergone ultrasound testing of brachiocephalic arteries using ultrasound device Aplio™ 500 Toshiba.

Results. For the first time the laboratory examination data comparison was conducted, including assessment of the lipid profile, glucose and insulin levels, as well as the state of atherosclerotic plaque echo structure on the basis of the ultrasound investigation data among older age group patients.

Conclusions. The integration of the complex inspection algorithm into the program of assistance to the geriatric patients will help to identify the risk of vascular catastrophe development, build and carry out the necessary preventive measures and determine the treatment policy, which will maximize the quality of life and help more patients to reach the age of centenarians.

Keywords: older group of patients, brachiocephalic artery, atherosclerotic plaque, the nature of the atherosclerotic plaque, blood lipids, dyslipidemia.

Corresponding author: Zubarev A.R., a.zubarev@mail.ru

Zubarev A.R., Krivosheeva N.V., Rychkova I.V., Demidova A.K., Sharashkina N.V. *Clinical laboratory aspects of ultrasound scanning in assessment of brachiocephalic arteries among elderly individuals. REJR. 2016; 6 (3):59-67. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-59-67.*

Received: 29.06.2016

Accepted: 13.07.2016

Проблемы профилактики, диагностики сосудистых заболеваний, связанных с прогрессированием атеросклероза, сахарного диабета 2 типа, которые относят к возраст-ассоциированным заболеваниям, являются одними из наиболее актуальных проблем современной геронтологической помощи. Цереброваскулярные заболевания являются ведущей причиной инвалидизации населения, так как менее 20% выживших возвращаются к прежней социальной и трудовой деятельности, и, следовательно, представляют собой одну из важнейших медицинских и социальных проблем.

В настоящее время является доказанным, что вероятность возникновения неблагоприятных сердечно-сосудистых событий, главным образом, обусловлена наличием нестабильных атеросклеротических бляшек (АСБ). Формирование атеросклеротических бляшек (АСБ) в мозговых и прецеребральных артериях, их дестабилизация с последующей артерио-

артериальной эмболией являются одним из главных пусковых моментов в развитии ишемического инсульта. При этом локализация атеросклеротического поражения в экстракраниальных отделах брахиоцефального русла составляет до 75% атеросклеротических изменений, обуславливающих развитие церебральной ишемии [1]. Важным звеном патогенеза ишемического инсульта является не только присутствие стенозирующего атеросклеротического поражения в каротидном бассейне, но и, согласно данным нескольких многоцентровых эпидемиологических исследований, даже увеличение толщины интимо-медиального слоя (ТИМ) сонных артерий. Большинство наблюдений свидетельствует о взаимосвязи атеросклеротического поражения сосудов с риском смертности у людей старшего возраста. В ряде работ наличие АСБ и утолщения ТИМ в первую очередь влияют на повышение риска инсульта в последующей жизни, а также являются индикатором старения сердечно-сосудистой системы, характери-

зуются прогрессирующим когнитивных, физических и функциональных расстройств [2].

Изучение связи атеросклеротического процесса, метаболических параметров с общим состоянием здоровья пожилого человека, влиянием на качество его жизни и прогноз началось в последние годы и связано с поиском возможностей снизить риск развития зависимости от посторонней помощи и вероятность неблагоприятных исходов у лиц пожилого и старческого возраста.

При этом остаются малоизученными такие вопросы, как возрастные различия характера и степени выраженности атеросклеротических изменений сонных артерий у пациентов пожилого и старческого возраста, а также в группе долгожителей.

Для изучения брахиоцефальных артерий наиболее часто применяются: ультразвуковое исследование, МРТ и ангиография. Но у каждого метода исследования есть свои ограничения. Так, к абсолютным противопоказаниям к МРТ относятся состояния, при которых его проведение создает угрожающую для жизни ситуацию. К такой категории относятся все пациенты с наличием электронно-механических устройств в теле (кардиостимуляторов) и пациенты с наличием металлических клипс на артериях головного мозга. К относительным противопоказаниям к исследованию относятся состояния, которые могут создавать определенные опасности и трудности при проведении МРТ. Такими противопоказаниями являются наличие кровоостанавливающих скобок, зажимов, и клипс прочей локализации, декомпенсация сердечной недостаточности, необходимость в физиологическом мониторинге [3]. Учитывая все перечисленное, к сожалению, у пациентов старшей возрастной группы с наличием сочетанно протекающих патологий, ограничением подвижности, а также с учётом высокой стоимости МРТ, наиболее доступным методом диагностики состояния брахиоцефальных артерий является режим дуплексного сканирования с цветовым картированием. К основным преимуществам метода относятся его абсолютная неинвазивность и безопасность исследований, высокая информативность и специфичность получаемых данных, возможность динамической оценки как состояния сосудистой стенки, просвета сосуда, так и характера гемодинамики в различных сосудистых бассейнах.

Использование портативных приборов позволяет проводить исследование непосредственно у постели больного, как в стационаре, так и с выездом на дом, что наиболее актуально у данной группы населения.

Цель исследования.

Обосновать диагностическую значимость дуплексного сканирования с цветовым карти-

рованием в комплексной оценке состояния здоровья пожилого человека. Описать особенности изменений сонных артерий и толщины комплекса интима-медиа (ТИМ) у лиц пожилого и старческого возраста в зависимости от изменений липидного и углеводного обмена.

На основании полученных данных сформировать группы риска по развитию мозгового инсульта, сформировать дифференцированный подход к лечению, что позволит улучшить качество жизни, повысить объем самообслуживания, социализации у данной группы населения.

Материалы и методы.

В исследование было включено 75 пациентов в возрасте от 65 до 99 лет. Мужчин было 43 (64,%), женщин – 24 (35,8%). Включенным в группу пациентам проведено полное клиническое обследование с учетом не только сердечно-сосудистого риска, но и специфических для возраста гериатрических синдромов, определяющих прогноз и качество жизни пожилого человека, его продолжительность жизни. Далее всем пациентам были проведены лабораторные исследования. Обследования выполнялись в клинико-диагностической лаборатории и включали следующие исследования: клинический анализ крови и биохимический анализ крови.

Биохимическое исследование проводилось по стандартным методикам, выполняемым в биохимических лабораториях. Изучение липидного спектра производилось путем оценки следующих параметров: общий холестерин сыворотки крови, триглицериды сыворотки крови. Гиперлипидемию диагностировали при показателе холестерина у мужчин и женщин выше 5,0 ммоль/л; триглицеридов — выше 1,7 ммоль/л. Параллельно у каждого пациента проводили оценку уровня инсулина и глюкозы крови. Гипергликемию диагностировали при уровне глюкозы выше 5,5, гиперинсулинемию – выше 10.

После проведения биохимического исследования крови пациентам, включенным в исследование, проводилось стандартное ультразвуковое обследование брахиоцефальных артерий с использованием В-режима и режима цветного дуплексного или энергетического сканирования.

Исследование включало следующие этапы:

1. Проведение клинического обследования с учетом специфических для возраста гериатрических синдромов, определяющих прогноз и качество жизни пожилого человека, его независимость и продолжительность жизни.

2. Проведение биохимического исследования крови: оценка уровня общего холестерина, триглицеридов, уровня глюкозы и инсулина.

3. Анализ нарушений метаболических по-

казателей крови и формирование группы исследования с учетом типа дислипидемии и уровня глюкозы и инсулина.

4. Оценка состояния брахиоцефальных артерий:

- а) состояние комплекса интима-медиа,
- б) наличие и локализация атеросклеротической бляшки,
- в) равномерность контуров, протяженность,
- г) гемодинамическая значимость атеросклеротической бляшки,
- д) определение эхографической структуры атеросклеротической бляшки,
- е) оценка скоростных показателей гемодинамики в артериях брахиоцефального бассейна,
- ж) определение вариантов непрямолинейности хода артерий брахиоцефального бассейна.

5. Сопоставление данных клинико-лабораторного обследования с данными ультразвукового исследования.

Результаты исследования.

Все больные, включенные в исследование, находились в стационаре, специализирующемся на оказании геронтологической помощи, и проходили обследование по указанному выше плану обследования. Клинический осмотр включал определение основного и сопутствующих заболеваний – оценивались как факторы сердечно-сосудистого риска, так и наличие гериатрических синдромов, определяющих прогноз и качество жизни пожилого человека, его независимость и продолжительность жизни.

Применение метода дуплексного сканирования с цветовым картированием позволяло выявить как начальные изменения (изменения ТИМ), так и зарегистрировать наличие атеросклеротических бляшек, предположить их характер и экоструктуру, что наиболее прогностически важно. В В-режиме нестабильная (мягкая) АСБ визуализируется затруднительно за счет наличия гипозоногенного компонента в ее структуре. Преимущественно ее можно обнаружить при использовании режима ЦДК.

Более плотная (гетерогенная) АСБ имеет, как правило, неоднородную структуру с наличием как гипозоногенного компонента, так и гиперзоногенного компонента, процентное соотношение описанных компонентов в структуре АСБ варьирует. АСБ высокой плотности, обусловленные наличием кальцинированных включений в структуре бляшки, относят к категории стабильных АСБ.

На сегодняшний день разработаны системы оценки, позволяющие выявлять нестабильные АСБ, ориентируясь на качественную оценку структуры АСБ, включающую оценку экоструктуры и характера контуров атеромы.

Наиболее опасными представляются гетерогенные бляшки с тонкой покрышкой, низкой экзогенностью и рваными контурами, что может указывать на изъязвление АСБ. В большинстве случаев такие АСБ являются бессимптомными до того момента, когда они становятся причиной инфаркта миокарда (ИМ) либо инсульта, так как не вызывают гемодинамически значимого стенозирования просвета артерии.

Теперь, для полного представления ситуации, рассмотрим примеры эхографической картины различных по гемодинамической значимости и экоструктуре атеросклеротических бляшек (АСБ), регистрируемых нами в процессе исследования у геронтологических пациентов (рис. 1 – 5).

Анализируя выше сказанное, нельзя не согласиться, что гипозоногенные атеросклеротические бляшки и гетерогенные атеросклеротические бляшки с наличием гипозоногенного компонента наиболее опасны в аспекте повышения риска развития мозгового инсульта, так как такая бляшка лабильна, соответствует морфологическим проявлениям прогрессирования атероматоза, приводит к осложнению бляшки изъязвлением и кровоизлиянием. Из этого следует, качественная оценка нестабильных атеросклеротических бляшек является первостепенной задачей, особенно у пациентов старшей возрастной группы. Выявленные при ультразвуковом обследовании изменения мы сопоставили с данными лабораторного исследования, включающего оценку параметров липидного спектра крови, уровня инсулина и глюкозы. Тем самым имелась возможность дифференцировать варианты нарушения липидного и углеводного обменов и оценить характер атеросклеротического поражения брахиоцефальных артерий на основании данных ультразвукового исследования.

Для определения корреляции метаболических изменений с данными ультразвукового исследования брахиоцефальных артерий всех пациентов разделили на 5 групп.

Группы формировали исходя из равного количества пациентов в каждой группе. Данные группы представлены ниже в сводной таблице №1.

При анализе введенных параметров таблицы выявлено, что в группе с нормальными показателями спектра крови средний возраст составляет у мужчин 91 год и 89 лет у женщин, это самые высокие показатели вычисленного среднего возраста во всех группах, именно в эту группу в большем проценте случаев включены пациенты из группы долгожителей, что можно рассматривать одним из критериев прогноза долгожительства. Таким образом, у долгожителей можно отметить тенденцию к снижению атерогенного потенциала крови.

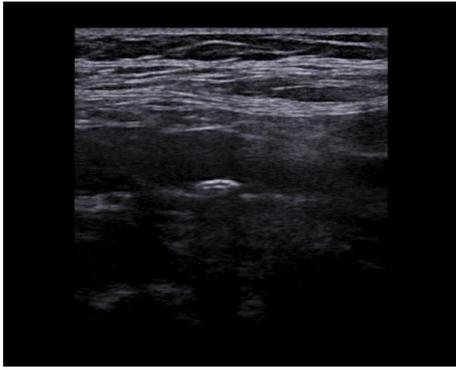


Рис. 1,а.

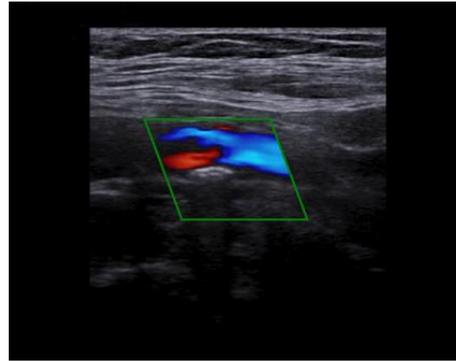


Рис. 1,б.

Рис. 1. УЗИ.

а - В-режим. б - Режим ЦДК, продольное сканирование.

Гемодинамически незначимая кальцинированная АСБ с ровными четкими контурами в просвете общей сонной артерии (стабильная АСБ).

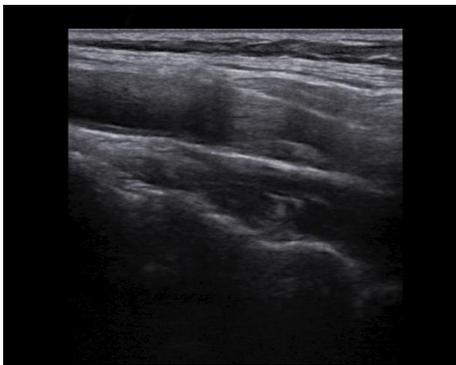


Рис. 2,а.

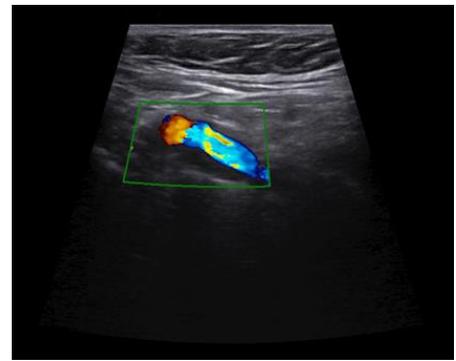


Рис. 2,б.

Рис. 2. УЗИ.

а - В-режим. б - Режим ЦДК, продольное сканирование.

Гемодинамически незначимая гетерогенная АСБ с ровными четкими контурами в просвете общей сонной артерии (учитывая наличие в структуре бляшки гипозоногенного компонента требует динамического наблюдения в связи с возможностью активного роста и изъязвления).

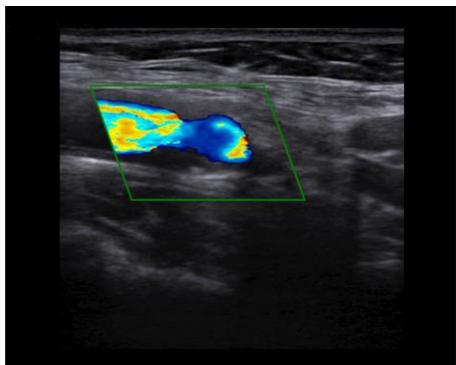


Рис. 3,а.

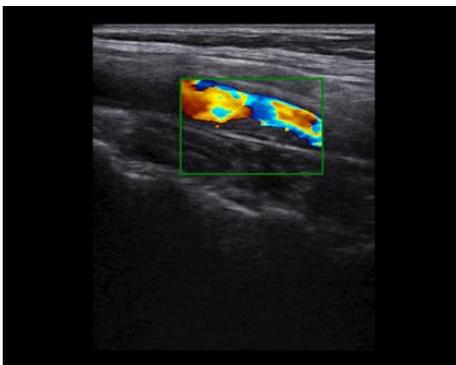


Рис. 3,б.

Рис. 3. УЗИ.

Гемодинамически незначимая гипозоногенная АСБ с ровными четкими контурами в просвете общей сонной артерии (нестабильная АСБ).

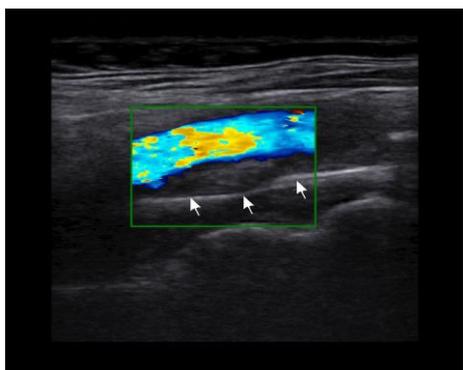


Рис. 4,а.

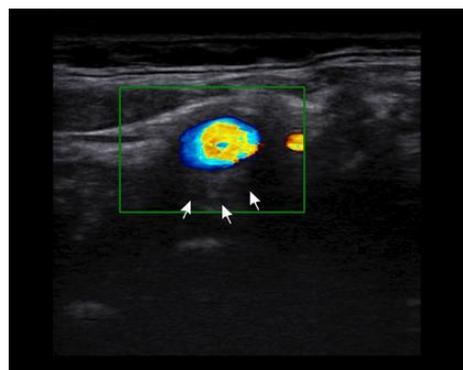


Рис. 4,б.

Рис. 4. УЗИ.

а - продольное сканирование, б - поперечное сканирование. Режим ЦДК.

Гемодинамически значимая гипозоногенная АСБ с ровными четкими контурами в просвете общей сонной артерии. (нестабильная АСБ).

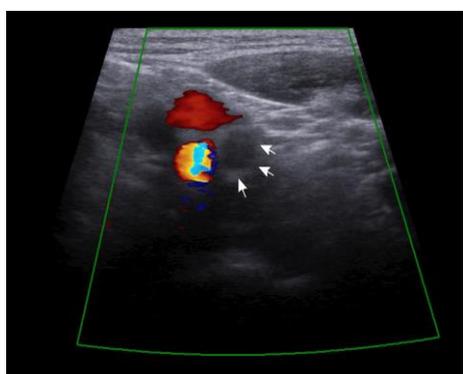


Рис. 5,а.

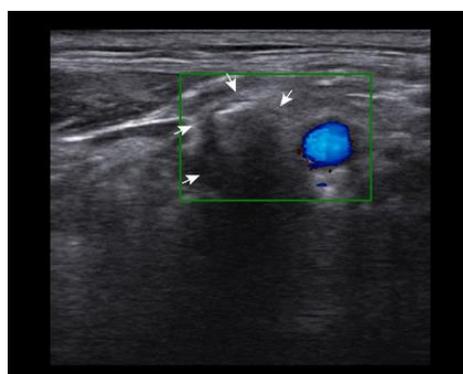


Рис. 5,б.

Рис. 5. УЗИ.

Режим ЦДК, поперечное сканирование. Окклюзивное поражение внутренней сонной артерии.

а - гипозоногенные атероматозные массы, б - гетерогенного характера атероматозные массы.

Таблица №1. Распределение характера АСБ по группам у больных с различными изменениями лабораторных показателей липидного и углеводного спектров крови.

Характеристика группы	Общее кол-во в группе	Средний возраст в группе		Количество пациентов в группе		Характер атеросклеротической бляшки			
		Муж	Жен	Муж	Жен	ТИМ	СА	Гетер	Гипо
I ГЛ(-) ИН(-) ОХ(-) ТГ(-)	15	91	89	9	6	8 (53,3%)	6 (40,0%)	1 (6,7%)	0
II ГЛ(-) ИН(+) ОХ(-) ТГ(-)	15	86	80	7	8	2 (13,3%)	6 (40,0%)	5 (33,4%)	2(13,3%)
III ГЛ(-) ИН(-) ОХ(+) ТГ(-)	15	73	77	5	10	4 (26,7%)	9 (60,0%)	2 (13,3%)	0
IV ГЛ(+) ИН(-) ОХ(-) ТГ(-)	15	88	84	9	6	3 (20,0%)	8 (53,3%)	3 (20,0%)	1(6,7%)
V ГЛ(+) ИН(+) ОХ(+) ТГ(+)	15	66	68	5	10	0	4 (26,7%)	6 (40,0%)	5(33,4%)

В подтверждение отметим, что наиболее низкие значения среднего возраста (66-72 года), т. е. более молодые пациенты, включены в V группу – группу с наиболее тяжелыми изменениями в исследуемых показателях крови.

Именно у данной группы предполагался наиболее высокий риск развития мозгового инсульта. Учитывая небольшую численность пациентов в группе, для адекватной оценки частоты встречаемости определенного характера АСБ в зависимости от изменения лабораторных показателей мы считаем удобным и рациональным рассчитать процентное соотношение данных показателей, значение которых мы также включили в таблицу.

Сопоставив полученные значения, представленные в таблице №1, было выявлено, что в **I группе с нормальными углеводными и липидными показателями крови** регистрировался:

- наибольший процент выявления атеросклеротического поражения брахиоцефальных сосудов в виде изменения только ТИМ, значение этого показателя составило 53,3%.

- наиболее высокий процент встречаемости кальцинированных АСБ,

- гетерогенные АСБ были выявлены только в 6,7% случаев,

- гипозоногенные (нестабильные) бляшки ни у одного из пациентов данной группы выявлены не были, несмотря на то, что в эту группу были включены преимущественно пациенты старческого возраста и долгожители.

Во **II группе у пациентов с нормальными показателями глюкозы в крови, но повышенным содержанием инсулина** было отмечено:

- процент встречаемости изменений только со стороны ТИМ в этой группе был выявлен у 13,3% больных,

- в наибольшем проценте случаев преобладали кальцинированные АСБ (40,0%),

- гипозоногенные АСБ были выявлены у 13,3% больных,

- процент встречаемости гетерогенных АСБ в данной группе больных составил 33,4%, но у большинства пациентов с гетерогенной структурой АСБ регистрировались включения кальция в структуре бляшки, как и в I группе больных, следовательно, незначительно повышенное значение только инсулина в крови у пациентов старческого возраста достоверно не является доминантным признаком, провоцирующим развитие агрессивно протекающего атеросклеротического процесса.

В **III группе у пациентов с наличием повышенного уровня общего холестерина** распределение по характеру АСБ уже иное:

- процент встречаемости начальных проявлений атеросклероза в виде изменения только

ТИМ составил 26,7%,

- увеличилась частота встречаемости кальцинированных АСБ до 60,0%,

- снизился процент регистрации гетерогенных АСБ до 13,3%,

- гипозоногенные АСБ не были выявлены ни в одном случае.

На основании этих данных можно предположить, что у пациентов старшей возрастной группы изолированная гиперхолестеринемия не провоцирует развитие нестабильных АСБ.

В **IV группе у пациентов с изолированной гипергликемией** (средний возраст у мужчин был 88 лет, а у женщин 84 года) отмечалось:

- снижение процента регистрации изменения только ТИМ до 20,0%,

- снижение процента выявления кальцинированных АСБ до 53,3% по сравнению с предыдущей группой,

- увеличение процента регистрации гетерогенных АСБ до 20,0%, хотя в данной группе в отличие от II группы в структуре АСБ отмечалось наличие как гиперзоногенного, так и гипозоногенного компонента.

- выявлены гипозоногенные АСБ, их процент составил 6,7% от общего числа регистрируемых АСБ в группе, в отличие от III группы.

Эти данные не позволяют утверждать, что изолированная гипергликемия у пациентов старческого возраста является ведущим фактором риска в образовании нестабильных АСБ.

В **V группе, где регистрируется гиперинсулинемия, гипергликемия, гипертриглицеридемия и повышение уровня общего холестерина** выявлены следующие данные:

- процент встречаемости изменения только ТИМ не встретился ни в одном из случаев,

- при этом процент встречаемости кальцинированных АСБ снизился ощутимо до 26,7%, это самое низкое процентное соотношение из всех групп,

- отмечено значительное повышение частоты встречаемости гипозоногенных АСБ – 33,4%,

- в меньшей степени было отмечено увеличение частоты регистрации гетерогенных бляшек, которая возросла до 33,4%.

Следовательно, сочетание вышеперечисленных изменений лабораторных показателей крови способствует активизации атеросклеротического процесса и подтверждает значимость этих факторов в развитии более тяжелого его течения за счет наличия нестабильных АСБ, наличие которых достоверно повышает риск развития мозгового инсульта, как и предполагают многие наши коллеги, занимающиеся проблемами метаболических изменений, мнение которых было представлено выше.

Обсуждение.

Цереброваскулярные заболевания, обусловленные атеросклерозом сонных артерий, являются одним из наиболее распространенных клинических синдромов у пожилых пациентов, независимым фактором риска падений, сердечно-сосудистых событий, слабости/хрупкости и смертности. Наличие гипозоженных нестабильных бляшек повышает риск развития ишемического повреждения головного мозга, следовательно, риск развития старческой астении и других гериатрических синдромов. Результаты данного исследования свидетельствуют о рациональности использования комплексного клинико-лабораторного и ультразвукового обследования у пациентов старшей возрастной группы.

На основании данных нашего исследования можно отметить, что в I группе с нормальными углеводными и липидными показателями крови не было выявлено наличие гипозоженных (нестабильных бляшек) ни у одного из пациентов. Необходимо обратить внимание, что именно эту группу преимущественно составляли долгожители, т.е. люди в возрасте 90 лет и старше, что дополнительно доказывает влияние метаболических изменений на продолжительность жизни.

В продолжение выше сказанного отметим, что при этом наиболее высокий процент встречаемости гипозоженных АСБ (33,4%) наблюдался в V группе, где также регистрировались наиболее выраженные изменения метаболического статуса: гиперинсулинемия, гипергликемия, гипертриглицеридемия и повышение уровня общего холестерина, что подтверждает значимость этих факторов риска в развитии более тяжелого течения атеросклероза, наличие которых также достоверно повышает риск развития мозгового инсульта.

Важно отметить, что утолщение интимы (ТИМ) во многих работах трактуется как возрастное изменение сосудов, а не как субклинический атеросклероз, и происходит за счет накопления в ней белков экстрацеллюлярного матрикса, коллагена, гликозаминогликанов, ГМК, мигрировавших из меди, усиления экспрессии молекул адгезии и, как следствие этого, усиление адгезии моноцитов к эндотелиальной поверхности [4]. В рамках данной работы проводилась также оценка изменений ТИМ, наибольший процент регистрации атеросклеротического поражения брахиоцефальных сосудов в виде изменения только ТИМ (у 53,3% пациентов) был выявлен в I группе с нормальными углеводными и липидными показателями крови, у пациентов с самыми высокими показателями вычисленного среднего возраста. Тогда как в V группе, среди самых молодых пациентов, процент встречаемости изменения только ТИМ не встретился ни в одном из случаев.

Одним из объяснений подобных различий

между исследуемыми группами могут служить данные исследований по проблеме раннего старения сосудов (Early Vascular Aging – EVA-синдром) [5]. Модифицируемые факторы риска (ОХС, ИН, ТГ, ГЛ) обуславливают развитие раннего сосудистого старения, взаимодействуя с возрастными изменениями, модулируют их и активируют образование атеросклеротических бляшек.

Результаты данной работы подтвердили, что клинические стратегии для пожилых пациентов должны определяться факторами сердечно-сосудистого риска с учетом наличия старческой астении. При этом метаболические параметры (изменения углеводного и липидного статуса) являются достоверно и независимо от возраста ассоциированы с развитием более тяжелого течения атеросклероза, что закономерно повышает риск развития мозгового инсульта за счет формирования нестабильных атеросклеротических бляшек в брахиоцефальных артериях, регистрируемых при проведении ультразвукового исследования.

Это позволяет рекомендовать проведение методики дуплексного сканирования с цветовым картированием для более широкого использования в клинической практике у лиц 65 лет и старше, что позволит улучшить качество диагностики каротидного атеросклероза, сопровождающегося нарушением функционального статуса, возможно, изменит подход к профилактике ССЗ у пожилых.

Таким образом, комплексное клинико-лабораторное и ультразвуковое обследование пациентов старшей возрастной группы позволяет получить необходимую информацию, позволяющую сформировать дифференцированный лечебный подход для коррекции выявленных в процессе обследования изменений для каждого из обследуемых пациентов независимо от состояния соматического и когнитивного статуса.

На основании данного алгоритма обследования, медикаментозная терапия у пациентов пожилого и старческого возраста при выявлении стенозирующего поражения магистральных артерий головы должна проводиться дифференцированно с учетом характера выявленной патологии в системе:

- В случаях выявления изолированной гипергликемии в сочетании с наличием гипозоженного компонента в структуре атеросклеротической бляшки рекомендуется динамическое наблюдение за состоянием сосудов брахиоцефального бассейна в аспекте выявления признаков прогрессирования каротидного атеросклероза и признаков нестабильности АСБ. У данной группы населения динамический контроль должен проводиться на фоне комбинированной медикаментозной терапии с коррекции

ей углеводного и липидного обмена.

• В ситуации выявления сочетанных нарушений метаболического статуса (гиперинсулинемия, гипергликемия, гипертриглицеридемия и повышение уровня общего холестерина) с целью профилактики осложнений каротидного атеросклероза, учитывая высокий риск развития мозгового инсульта, необходимо проводить динамическое наблюдение за состоянием сосудов брахиоцефального бассейна у данного пациента и включать в комплексное лечение гериатрических синдромов препараты группы статинов.

Выводы:

1. При оказании медицинской помощи пациентам в возрасте 65 лет и старше диагностический алгоритм должен базироваться на применении дуплексного сканирования с цветовым картированием в комплексной оценке состояния артерий брахиоцефального бассейна.

2. Интерпретация выявленных изменений в брахиоцефальных артериях у данной группы населения является достоверным маркером метаболических нарушений у пациентов старшей возрастной группы.

3. Сопоставление клинико-лабораторных показателей и данных ультразвукового исследования позволит врачу-геронтологу сформировать

группу пациентов с высоким риском развития мозгового инсульта, нуждающихся в дифференцированном подходе к лечению, так как у пожилых пациентов снижение функционирования, ухудшение физического и когнитивного статуса с развитием мозгового инсульта на фоне старческой астении становится независимой причиной повышения риска смерти, увеличения госпитализаций и снижения социальной адаптации.

4. Данный алгоритм обследования рекомендован к рассмотрению и использованию, так как не имеет высокой экономической стоимости, временной затратности, может применяться даже непосредственно у постели нетранспортабельного пациента и больного с выраженными когнитивными нарушениями.

5. Введение представленного алгоритма комплексного обследования в программу оказания помощи геронтологическим больным позволит выявить группы риска по развитию сосудистых катастроф, сформировать и провести необходимые профилактические мероприятия и определить лечебную тактику, что позволит максимально улучшить качество жизни и помочь большему числу пациентов достигнуть возраста долгожителей.

Список литературы:

1. Chambless L.E., Folsom A.R., Cleq L.X., Sharrett A.R., Shahar E., Nieto F.J., Rosamon W.D., Evans G. Carotid wall thickness is predictive of incident clinical stroke: the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) study. *Am J Epidemiol.*, 2000; 151 (5): 478-487.
 2. Johnsen S.H., Mathiesen E.B. Carotid plaque compared with intima-media thickness as a predictor of coronary and cerebrovascular disease. *Curr Cardiol Rep.*, 2009; 11(1): 21-7.
 3. Терновой С.К., Синицын В.Е. Лучевая диагностика и те-

ория: учебное пособие. М., ГЭОТАР – Медиа, 2010. 304 с.
 4. Orlandi A, Marcellini M, Spagnoli LG. Aging influences development and progression of early aortic atherosclerotic lesions in cholesterol-fed rabbits. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2000; 20: 1123-36.
 5. Стражеско И. Д., Акашева Д. У., Дудинская Е. Н., Ткачева О. Н. Старение сосудов: основные признаки и механизмы. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*, 2012; 11 (4): 93-100.

References:

1. Chambless L.E., Folsom A.R., Cleq L.X., Sharrett A.R., Shahar E., Nieto F.J., Rosamon W.D., Evans G. Carotid wall thickness is predictive of incident clinical stroke: the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) study. *Am J Epidemiol.*, 2000; 151 (5): 478-487.
 2. Johnsen S.H., Mathiesen E.B. Carotid plaque compared with intima-media thickness as a predictor of coronary and cerebrovascular disease. *Curr Cardiol Rep.*, 2009; 11(1): 21-7.
 3. Ternovoy S.K., Sinitsin V.E. Radiology: educational guidance.

M., GEOTAR-Media, 2010. 304 p. (in Russian).
 4. Orlandi A, Marcellini M, Spagnoli LG. Aging influences development and progression of early aortic atherosclerotic lesions in cholesterol-fed rabbits. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2000; 20: 1123-36.
 5. Strazhesko I. D., Akasheva D. U., Dudinskaya E. N., Tkacheva O. N. Vascular aging: main symptoms and mechanisms. *Cardiovascular Therapy and Prevention*, 2012; 11 (4): 93-100 (in Russian).

РОЛЬ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В ВЫЯВЛЕНИИ НЕСТАБИЛЬНЫХ АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКИХ БЛЯШЕК КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ: СОПОСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ И ВНУТРИСОСУДИСТОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Терновой С.К.¹, Шабанова М.С.², Гаман С.А.², Меркулова И.Н.², Шария М.А.^{1,2}.

В большинстве случаев причиной острых коронарных событий является интракоронарный тромбоз, механизмы которого зависят от структуры атеросклеротической бляшки. В настоящее время разработаны различные методы визуализации атеросклеротических бляшек коронарных артерий. Существующие методики с разной степенью специфичности и чувствительности позволяют оценить состояние атеросклеротических бляшек. В данном научном обзоре определены морфологические и структурные особенности бляшек, оценка которых возможна с помощью компьютерной томографии. Описаны «косвенные» признаки нестабильности бляшек и их сочетания, выявляемые при компьютерной томографии у больных с острым коронарным синдромом. Приведены исследования, в которых определена роль выявления «косвенных» признаков нестабильности в атеросклеротических бляшках при компьютерной томографии в оценке прогноза развития острых коронарных событий. Проведен анализ исследований, в которых представлены результаты сопоставления компьютерной томографии и внутрисосудистого ультразвукового исследования, используемого в качестве референтного метода, в определении морфологических и структурных особенностей атеросклеротических бляшек коронарных артерий. Описана встречаемость «косвенных» признаков нестабильности при компьютерной томографии в атеросклеротических бляшках высокого риска, выявленных при внутрисосудистом ультразвуковом исследовании.

1 - ФГБОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России.
2 - Институт клинической кардиологии имени А.Л. Мясникова ФГБУ РКНПК Минздрава России.
г. Москва, Россия.

Ключевые слова: нестабильные атеросклеротические бляшки, компьютерная томография коронарных артерий, КТ коронарных артерий, внутрисосудистое ультразвуковое исследование, признаки нестабильности атеросклеротических бляшек, ишемическая болезнь сердца, атеросклероз.

Контактный автор: Шабанова М. С., shabanova03@gmail.com, 8(916)754-97-74

Для цитирования: Терновой С.К., Шабанова М.С., Гаман С.А., Меркулова И.Н., Шария М.А. Роль компьютерной томографии в выявлении нестабильных атеросклеротических бляшек коронарных артерий: сопоставление результатов компьютерной томографии и внутрисосудистого ультразвукового исследования. REJR. 2016; 6 (3):68-79. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-68-79.

Статья получена: 28.06.2016

Статья принята: 12.07.2016

ROLE OF COMPUTED TOMOGRAPHY IN DETECTION OF VULNERABLE CORONARY PLAQUES IN COMPARISON WITH INTRAVASCULAR ULTRASOUND

Ternovoy S.K.¹, Shabanova M.S.², Gaman S.A.², Merkulova I.N.², Shariya M.A.^{1,2}

Intracoronary thrombosis is the main cause of acute coronary events. Mechanisms of thrombosis depend on the structure of coronary plaques. Various imaging techniques have been currently developed for visualization of coronary plaque structure. Modern techniques are able to evaluate the characteristics of coronary plaques with varying degrees of specificity and sensitivity. Morphological and structural features of coronary plaques are evaluated by computed tomography. We described the "indirect" signs of instability and their combinations in the plaques detected by computed tomography in patients with acute coro-

1- I.M. Sechenov First Moscow State Medical University.
2- A.L. Myasnikov Institute of Clinical Cardiology of the Russian Cardiology Research Center. Moscow, Russia.

nary syndrome. We investigated the results of studies where the role of detection of "indirect" signs of instability in coronary plaques by computed tomography in prognosis of acute coronary events was assessed. We analyzed the studies where computed tomography and intravascular ultrasound (the reference method in the determination of morphological and structural features of the coronary plaques) were compared. We described the occurrence of "indirect" signs of instability detected by computed tomography in vulnerable plaques identified by intravascular ultrasound.

Keywords: Vulnerable plaque, coronary computed tomography, coronary CT, intravascular ultrasound, signs of plaque instability, ischemic heart disease, atherosclerosis.

Corresponding author: Mariia Shabanova, shabanova03@gmail.com

For citation: Ternovoy S.K., Shabanova M.S., Gaman S.A., Merkulova I.N., Shariya M.A. Role of computed tomography in detection of vulnerable coronary plaques in comparison with intravascular ultrasound. REJR. 2016; 6 (3):68-79. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-68-79.

Received: 28.06.2016

Accepted: 12.07.2016

Одной из нерешенных проблем современной медицины является раннее предотвращение развития острого инфаркта миокарда (ОИМ). Согласно данным Всемирной организации здравоохранения смертность от сердечно-сосудистых заболеваний в мире возрастет к 2030 году до 23,3 миллионов человек по сравнению с 2008 годом, когда смертность составила 17,3 миллиона человек [1].

В большинстве случаев причиной острых коронарных событий (нестабильной стенокардии, ОИМ, внезапной сердечной смерти) является интракоронарный тромбоз [2-6]. Однако механизмы тромбоза различны и во многом зависят от структуры атеросклеротической бляшки (АСБ). В 1989 году James E. Muller с соавторами ввели термин «нестабильная бляшка» (синонимы: бляшка, склонная к тромбозу, бляшка высокого риска) для описания АСБ, склонной к разрыву [7]. Традиционно нестабильной бляшкой считают тонкокапсульную фиброатерому (ФАТК) (рис.1). Отличиями ФАТК от АСБ с разрывом считаются отсутствие тромботического компонента на поверхности бляшки и сохранение целостности ее покрышки, меньшее количество кальциатов, меньшее по объему липидное ядро и менее выраженная инфильтрация макрофагами тонкой покрышки [2, 8]. Отличиями ФАТК от АСБ с разрывом считаются отсутствие тромботического компонента на поверхности бляшки и сохранение целостности тонкой покрышки, меньшее количество кальциатов, меньшее по объему липидное ядро [16, 38]. При гистологических исследованиях было выявлено, что для ФАТК характерна толщина покрышки менее 65 микрон [4, 9].

Методы визуализации атеросклеротических бляшек в коронарных артериях.



Рис. 1.

Рис. 1. Гистологический препарат. Тонкокапсульная фиброатерома.

Поперечный срез артерии. Адаптировано из Valentin Fuster, 1998 год [10].

В настоящее время разработаны различные методы визуализации АСБ коронарных артерий (КА), которые с разной степенью специфичности и чувствительности позволяют оценить их состояние [11]. Все методы визуализации делятся на инвазивные и неинвазивные. Среди инвазивных наиболее распространенными в медицинской практике являются внутрисосудистое ультразвуковое исследование (ВСУЗИ) и оптическая когерентная томография (ОКТ) (рис. 2). К инвазивным методам также относятся спектроскопия, ангиоскопия, однако они не получили широкого клинического применения. Неинвазивными методами являются магнитно-резонансная томография (МРТ) и

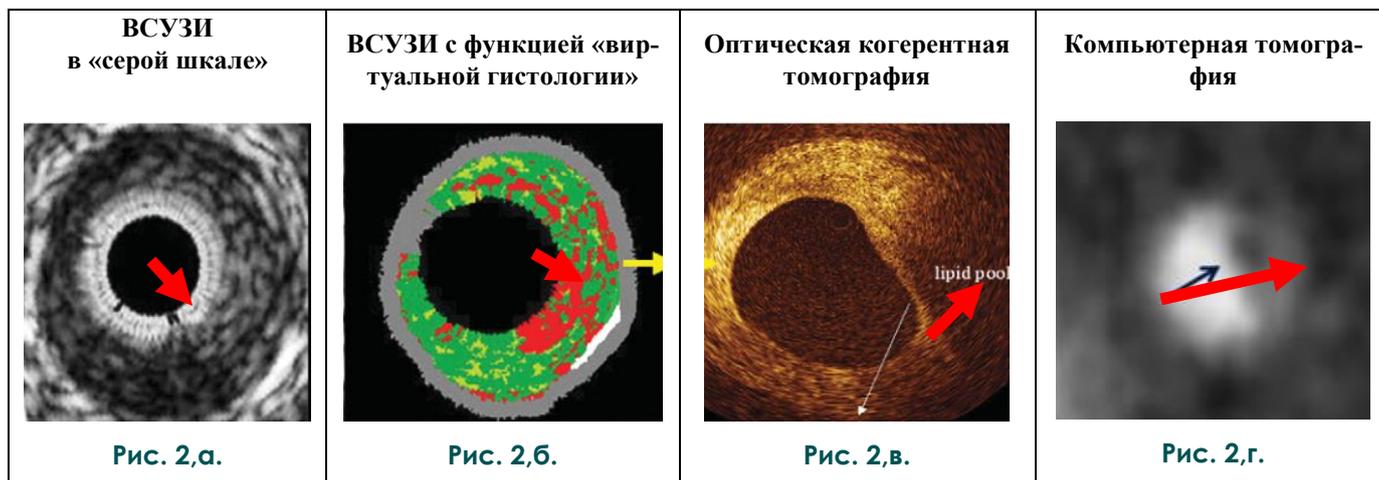


Рис. 2. Методы визуализации атеросклеротических бляшек коронарных артерий.

Поперечные срезы артерии в атеросклеротически измененном участке.

Примечание: стрелками указаны атеросклеротические бляшки. Sawada A., 2008 [12].

компьютерная томография (КТ) (рис. 2). В настоящее время существуют единичные исследования по определению возможностей МРТ в оценке состояния АСБ КА, однако, этот метод требует дальнейшего технического усовершенствования. Таким образом, КТ является единственным неинвазивным методом оценки состояния АСБ КА, широко применяемым в клинической практике.

Роль компьютерной томографии в оценке морфологических и структурных особенностей атеросклеротических бляшек в коронарных артериях.

С улучшением технических параметров компьютерных томографов стали возможными не только оценка степени стенозирования просвета КА, но и выявление особенностей строения АСБ КА у больных с ишемической болезнью сердца (ИБС).

В большинстве работ по изучению особенностей строения АСБ при КТ принято деление АСБ на три типа: мягкие, смешанные (комбинированные / гетерогенные) и кальцинированные. Для мягких бляшек характерно отсутствие в составе кальцинатов диаметром более 3 мм. В комбинированных бляшках доля кальцинатов (участков рентгеновской плотности более 130 единиц Хаунсфилда – HU) составляет менее половины объема бляшки. В кальцинированных АСБ доля кальцинатов должна быть более 50% от объема бляшки. Также в ряде работ, описанных ниже, были обнаружены особенности строения АСБ у больных с острым коронарным синдромом (ОКС), которые расценивались как «косвенные» признаки ее нестабильности.

В исследовании Toshira Kitagawa с соавторами было показано, что у больных с ОКС чаще определяются некальцинированные бляшки, чем у больных со стабильной стенокардией. Было отмечено, что у больных с ОКС ми-

нимальная рентгеновская плотность бляшки ниже (24 ± 22 HU) по сравнению с АСБ у больных со стабильной стенокардией (42 ± 29 HU) ($p < 0,01$). Такие характеристики АСБ, как низкая рентгеновская плотность (менее 40 HU), положительное ремоделирование пораженного участка артерии (индекс ремоделирования $\geq 1,05$), наличие точечных кальцинатов (диаметром менее 3 мм) встречались в два раза чаще в группе больных с ОКС по сравнению с группой больных со стабильной стенокардией (43% против 22%, $p < 0,01$). В исследовании было показано, что точечные кальцинаты встречаются в АСБ у 63% больных с ОКС [13].

Для определения особенностей АСБ при КТ у больных с ОКС (группа 1) и стабильной стенокардией (группа 2) в работе Udo Hoffmann с соавторами были сопоставлены характеристики АСБ в симптом-связанных (ССА) и симптом-несвязанных артериях (СНА) у больных с ОКС (подгруппы 1 и 2, соответственно), ССА и СНА у больных со стабильной стенокардией (подгруппы 3 и 4, соответственно). В ССА у больных с ОКС и стабильной стенокардией отмечались большая площадь АСБ и более высокий индекс ремоделирования артерии по сравнению с этими же характеристиками АСБ в СНА обеих групп больных ($p = 0,02$ и $p = 0,04$, соответственно). Однако, по частоте встречаемости положительного ремоделирования (индекса ремоделирования $\geq 1,05$) достоверных различий между всеми подгруппами выявлено не было ($p=0,08$) [14].

В работе Веселовой Т.Н. с соавторами был проведен анализ структуры АСБ у больных с ОКС в ССА и СНА при КТ. Было выявлено, что в ССА преобладали комбинированные и мягкие АСБ, тогда как СНА – кальцинированные ($\chi^2 = 43,5$, $p < 0,0005$). Средняя плотность мягких, комбинированных и кальцинированных АСБ

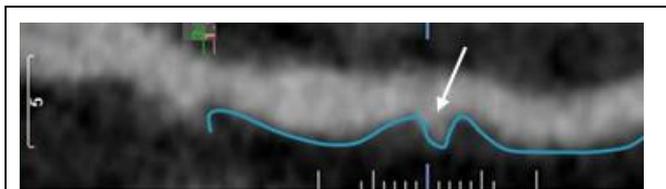


Рис. 3.

Рис. 3. Компьютерная томография. Мультипланарные реконструкции коронарной артерии в месте АСБ.

Неровный контур бляшки указан голубой линией и белой стрелкой. Веселова Т.Н., 2014 [15].

составила 29 ± 11 , 98 ± 22 и 405 ± 136 HU, соответственно ($p < 0,0003$). В этой работе был введен еще один критерий оценки морфологии АСБ – неровность внутреннего контура АСБ (между ее поверхностью и просветом артерии) (рис. 3). Веселова Т.Н. с соавторами определили, что отличительными особенностями структуры АСБ в ССА от АСБ в СНА являются ее неровный контур ($p < 0,0005$) и более высокий индекс ремоделирования пораженного участка артерии ($1,36 \pm 0,25$ против $1,15 \pm 0,19$, $p < 0,0001$). Бляшки с неровным контуром были выявлены в 79,2% случаев в ССА и только в 7,9% СНА. В исследовании по сопоставлению структуры АСБ у больных с ОКС и стабильной стенокардией той же группой авторов были выявлены следующие характеристики АСБ у больных с ОКС при КТ: низкая рентгеновская плотность бляшки и включения точечных кальциатов [15, 16].

При сопоставлении АСБ у больных с ОКС и АСБ у больных со стабильной стенокардией Sadako Motoyama с соавторами определили, что наличие трех «косвенных» признаков нестабильности АСБ (положительного ремоделирования, участка плотностью менее 30 HU и точечных кальциатов) имеет высокую предсказательную значимость в развитии ОКС. Отсутствие этих признаков указывает на малую вероятность возникновения ОКС. Точечные кальциаты обнаруживались в 63% АСБ у больных с ОКС [17].

В нескольких последних исследованиях был описан еще один «косвенный» признак нестабильности АСБ – «кольцевидное усиление» рентгеновской плотности по периферии бляшки. В зарубежной литературе также используется термин «purkin ring», что переводится дословно как «кольцо для салфетки».

В ряде работ критерием данного признака являлось наличие «кольцевидного» участка высокой рентгеновской плотности вокруг смежных участков АСБ более низкой плотности [18-20]. Первоначально, данный признак был описан у пациентов с ОКС в пораженном сегменте

артерии в 2008 году Atsushi Tanaka с соавторами [18]. В данном исследовании критерием признака «кольцевидного» усиления являлось наличие гиперденсного кольцевидного участка вокруг АСБ, плотность которого выше смежных участков АСБ, но ниже 130 HU. В работе Manubu Kashiwagi с соавторами по сопоставлению данных КТ и ОКТ отмечалось, что данный признак чаще встречается в ФАТК и является более важным признаком в выявлении ФАТК при КТ (специфичность 97%, чувствительность 44%), чем положительное ремоделирование артерии и наличие участка низкой рентгеновской плотности. В других типах АСБ данный признак встречался лишь в 4% случаев. Manubu Kashiwagi с соавторами описали три возможные причины возникновения феномена «кольцевидного усиления». Согласно первой теории, данный феномен может быть обусловлен наличием рентгеноконтрастного препарата вокруг бляшки в vasa vasorum адвентиции КА вследствие выраженной неоваскуляризации при активном воспалительном процессе в нестабильных АСБ [19]. В качестве одного из доказательств этой теории Нуок Moon Kwon с соавторами привели успешные результаты использования микрокомпьютерной томографии в выявлении vasa vasorum в исследовании, которое проводилось на животных [21]. Согласно второй теории, признак «кольцевидного усиления» может быть обусловлен различиями в рентгеновской плотности липидного ядра и окружающего его фиброзного компонента. Вероятно, при КТ в АСБ с выраженным положительным ремоделированием и большим липидным ядром возможно дифференцировать липидный компонент от других компонентов, что может обуславливать «кольцевидное усиление» вокруг гиподенсного липидного ядра. Однако в небольших по объему АСБ такая дифференцировка невозможна из-за недостаточного временного и пространственного разрешения метода. Согласно третьей теории, феномен «кольцевидного усиления» может возникать при интрамуральном тромбозе. Предположительно, тромботический компонент визуализируется как участок низкой рентгеновской плотности, окруженный компонентами АСБ более высокой плотности

В 2010 году Paul Maurovich-Horvat с соавторами провели исследование по сопоставлению результатов КТ с данными гистологического исследования (рис. 4). Согласно их гипотезе, феномен «кольцевидного усиления» возникает вследствие разницы рентгеновской плотности липидного ядра и плотности окружающего его фиброзного компонента бляшки. В работе Р. Maurovich-Horvat с соавторами «кольцевидное усиление» определялось как при нативном исследовании, так и после контрастного усиления, что опровергало вышеописанную гипотезу воз-

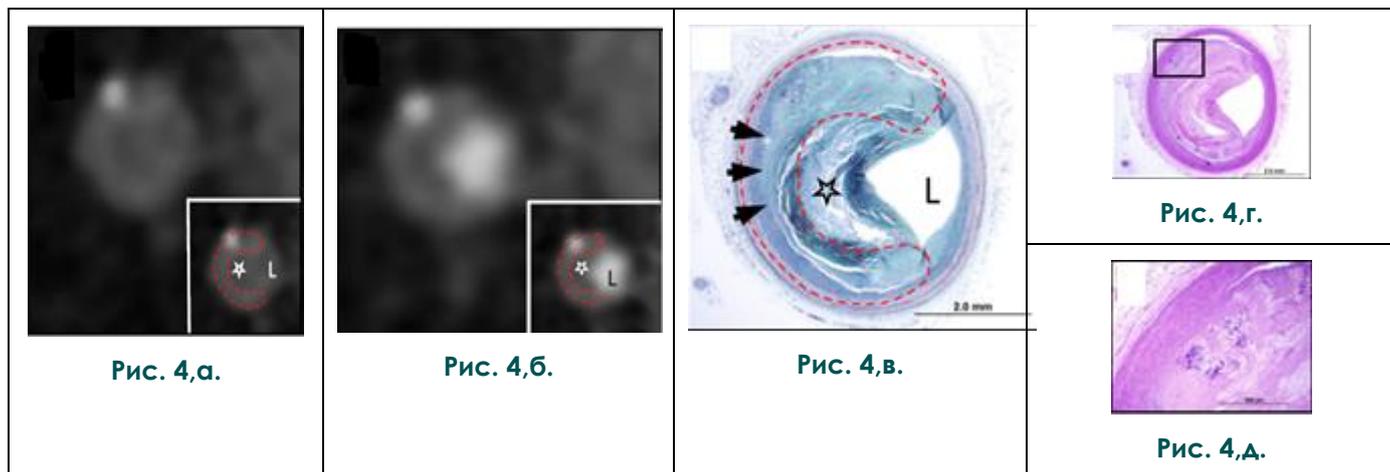


Рис. 4.

а, б - Компьютерная томография. Поперечное сечение коронарной артерии в месте АСБ с точечным кальцинатом и «кольцевидным усилением» по периферии. Кольцевидный участок по периферии сосуда (красная пунктирная линия) имеет более высокую плотность по сравнению с центральными участками бляшки (звездочка) как на нативном изображении (А), так и на изображении с контрастным усилением (В).

в, г, д - Гистологические препараты поперечного среза сосуда с наличием ФАТК.

Буквой L обозначен просвет артерии. Черными стрелками обозначены vasa vasorum (С). Увеличенное изображение точечных кальцинатов (Е). Maurovich-Horvat P., 2010 [22].

никновения феномена «кольцевидного усиления» вследствие неоваскуляризации. Чувствительность признака «кольцевидного усиления» в выявлении ФАТК составила 92,3% [22].

В 2013 году Kashiwagi Manubu с соавторами опубликовали данные более крупного исследования, в котором также подтверждалась значимость признака «кольцевидного усиления» в выявлении ФАТК с помощью КТ [23].

Harald Seifarth с соавторами, сопоставляя результаты КТ и материалы аутопсии донорских сердец, выявили, что в АСБ с наличием признака «кольцевидного усиления» площадь некротического ядра в два раза больше, чем в АСБ без наличия данного признака, что подтверждает важность определения феномена «кольцевидного усиления» для выявления нестабильных АСБ [24].

Таким образом, общепринятым критерием признака «кольцевидного усиления» является наличие гиперденсного кольцевидного участка по периферии АСБ, плотность которого выше смежных участков АСБ, но ниже 130 HU. Пороговое значение 130 HU определено для исключения гиперденсного усиления по периферии бляшки за счет точечных кальцинатов, так как значения рентгеновской плотности кальцинатов составляют более 130 HU. Признак «кольцевидного усиления» по периферии бляшки имеет высокую специфичность в выявлении нестабильных АСБ, однако вследствие низкой чув-

ствительности данного признака остается важным выявление других признаков нестабильности. В связи с этим необходимо дальнейшее проведение исследований, направленных на изучение данного феномена и выявление причин его возникновения.

В исследовании ROMICAT II было показано, что для АСБ высокого риска развития ОКС характерно наличие одного или более косвенных признаков нестабильности АСБ при КТ: положительного ремоделирования, участка АСБ со значением рентгеновской плотности менее 30 HU, симптома «кольцевидного усиления», точечных кальцинатов [25].

Перспективными в настоящее время являются исследования изменения состава, размеров АСБ, признаков их нестабильности на фоне липидоснижающей терапии при динамическом наблюдении.

В проспективном исследовании Sadako Motoyama с соавторами продемонстрировали, что положительное ремоделирование артерии в месте бляшки и наличие участка низкой плотности (менее 30 HU) в АСБ, выявленные при КТ, характерны для больных с более высоким риском развития коронарных событий. Так, в течение 27±10 месяцев наблюдения ОКС развился у 22,2% больных (n=45) с наличием двух вышеописанных признаков, выявленных при КТ, и только у 4% больных (n=820), где не был выявлен ни один из этих признаков [26].

Sadako Motoyama с соавторами также исследовали влияние липидснижающей терапии на изменение морфологии и структуры АСБ высокого риска, выявленных при КТ. Критерии нестабильности АСБ указаны выше в описании более ранних работ Sadako Motoyama с соавторами. При оценке результатов повторных КТ было отмечено уменьшение объема АСБ ($1,3 \pm 2,3$ мм³ по сравнению с исходными значениями $4,9 \pm 7,8$ мм³, $p = 0,02$) [27]. В работе Hideya Yamamoto с соавторами определяли предсказательную значимость КТ в развитии острых коронарных событий. 511 больных наблюдали в течение $3,3 \pm 1,2$ лет после проведения КТ. Первичной конечной точкой исследования было развитие коронарных событий: сердечной смерти, нефатального инфаркта миокарда, нестабильной стенокардии. Пациенты с ранней реваскуляризацией ($n=58$) были исключены из дальнейшего анализа. У 453 больных группы среднего риска в течение наблюдения было зарегистрировано 15 серьезных коронарных событий (2 сердечные смерти, 7 ОИМ, 6 случаев нестабильной стенокардии). Было определено, что выявление некальцинированных бляшек с участком низкой плотности (≤ 34 HU) и положительным ремоделированием артерии (индексом ремоделирования $\geq 1,20$) в месте АСБ, влияет на оценку прогноза развития острых коронарных событий. Таким образом, КТ вносит дополнительную важную информацию при оценке прогноза развития острых коронарных событий в стенозированных участках КА [28].

Сопоставление результатов компьютерной томографии коронарных артерий и внутрисосудистого ультразвукового исследования.

Интерес представляют работы, в которых сопоставлялись результаты КТ с результатами ВСУЗИ, используемого в качестве референтного метода оценки состояния КА, строения и морфологии АСБ.

В большинстве работ проводился анализ рентгеновской плотности различных участков АСБ при КТ в фиброзных, липидных и кальцинированных компонентах АСБ, определяемых при ВСУЗИ в «серой шкале» и с функцией «виртуальной гистологии».

Первые работы по сопоставлению компонентов АСБ при КТ и ВСУЗИ были выполнены с использованием методики ВСУЗИ в «серой шкале». Alexander W. Leber с соавторами сопоставили результаты КТ, выполненной с помощью компьютерного томографа с 16 рядами детекторов, и результаты ВСУЗИ в «серой шкале». Используя анатомические ориентиры (устья артерий, бифуркации, кальцинаты) для определения локализации заданного для сравнения среза КА, было оценено состояние просвета и интимы артерии при КТ и ВСУЗИ. Были подсчи-

таны средние значения рентгеновской плотности для мягкого, фиброзного компонентов АСБ и кальцинатов: 49 ± 22 HU (от 14 до 82 HU), 91 ± 22 HU (от 34 до 125 HU) и 391 ± 156 HU (от 162 до 820 HU) соответственно. Чувствительность КТ при определении мягких, фиброзных и кальцинированных АСБ составила 78%, 78% и 95% соответственно [29]. Несколько позже Alexander W. Leber с соавторами сопоставили результаты обоих методов, используя компьютерный томограф с 64 рядами детекторов. У 20 больных с предполагаемой или известной ИБС были оценены сегменты артерий со стенозом более 50% просвета, 94% пораженных сегментов, 70% случаев обнаружения липидного компонента, 90% наличия включений точечных кальцинатов (площадью менее 2 мм²) были правильно оценены при КТ [30].

В исследовании Margaret Leila Rasouli было выявлено, что чувствительность и специфичность КТ для дифференцирования кальцинированных (фиброзно-кальцинированных и кальцинированных) от некальцинированных (липидных и фиброзных) АСБ составили 100% и 94% соответственно. Точность данного метода в дифференцировании различных типов бляшек составила 92%. Значения рентгеновской плотности АСБ имели существенные различия в липидных, фиброзных, фиброзно-кальцинированных и кальцинированных бляшках (23 ± 71 , 108 ± 79 , 299 ± 112 и 404 ± 264 HU соответственно, $p < 0,0001$) [31]. В работе Xia Yang с соавторами липидным АСБ, выявленным при ВСУЗИ, соответствовали значения рентгеновской плотности, определенные при КТ, равные 45 ± 14 HU, фиброзным - 90 ± 20 HU, кальцинированным - 530 ± 185 HU [32]. По результатам исследования Sadako Motoyama с соавторами при КТ значения рентгеновской плотности мягких, смешанных и кальцинированных бляшек, выявленных при ВСУЗИ, составили 11 ± 12 HU, 78 ± 21 HU и 516 ± 198 HU соответственно (рис. 5) [33]. В исследовании Julian Sun с соавторами были получены достоверные различия средних значений рентгеновской плотности при КТ между фиброзными (79 ± 34 HU), фиброно-липидными (90 ± 27 HU), кальцинированными (772 ± 251 HU) АСБ, определяемыми при ВСУЗИ ($p < 0,01$). Однако достоверных различий в рентгеновской плотности между липидными и липидно-фиброзными, липидными и фиброзными АСБ выявлено не было [34].

Анализируя результаты сопоставления методики ВСУЗИ в «серой шкале» и КТ, можно сделать вывод, что при КТ имеются достоверные различия рентгеновской плотности компонентов АСБ. Однако значения рентгеновской плотности, определенными разными авторами, имели некоторые различия в одних и тех же компонентах АСБ.

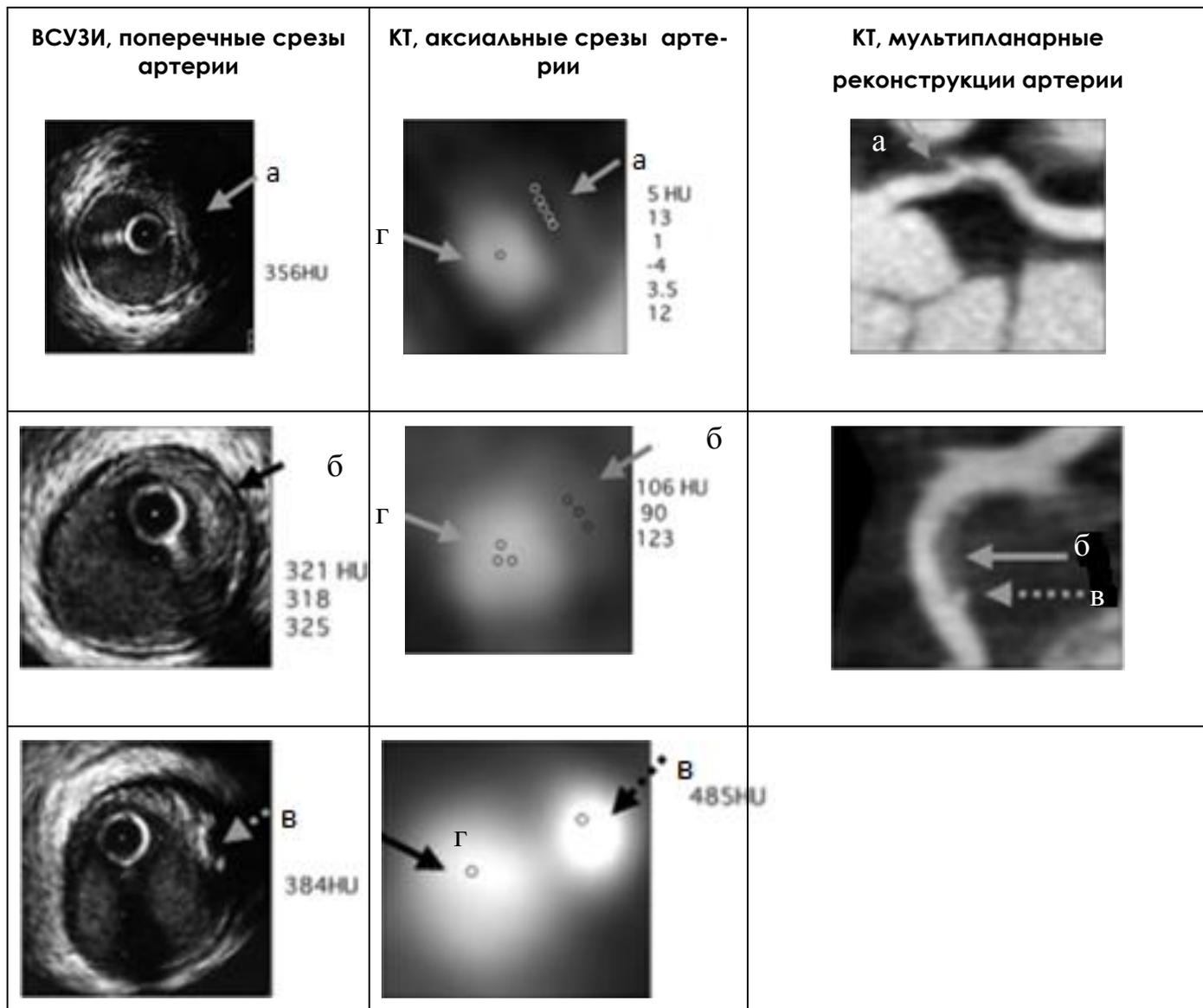


Рис. 5. Атеросклеротические бляшки коронарных артерий, определенные методом КТ и ВСУЗИ.

(а) мягкие бляшки, (б) фиброзные бляшки, (в) кальцинированные бляшки, (г) просвет (указаны стрелками).

Примечание: Рентгеновская плотность мягких бляшек составила – 4 – 12 HU, фиброзных – 90 - 123 HU, кальцинированных – 485 HU. Рентгеновская плотность просвета артерии составила 318 – 384 HU. Серыми кружками показаны «области интереса», в которых измерялись значения рентгеновской плотности, указанные слева и справа от КТ-изображений. Адаптировано из Xia Yang, 2010 [33].

С появлением методики ВСУЗИ с функцией «виртуальной гистологии» (цветового кодирования компонентов бляшки) появилась возможность более детально оценить состав АСБ КА. В работе Takahiko Yamaki с соавторами при КТ рентгеновская плотность липидных, фиброзных и кальцинированных АСБ, выявленных при ВСУЗИ с функцией «виртуальной гистологии», составила 18 ± 18 HU (от -19 до 58 HU), 95 ± 24 HU (от 46 до 154 HU) и 378 ± 99 HU (от 188 до 605 HU) соответственно. Пороговое значение рентгеновской плотности для разграничения липидного и фиброзного компонентов при КТ составило 50 HU [35]. Daniel Obaid с соавторами

сопоставили значения рентгеновской плотности различных компонентов АСБ при КТ, выполненной с помощью одноэнергетического и двухэнергетического компьютерных томографов. В качестве референтного метода использовали ВСУЗИ с функцией «виртуальной гистологии». При оценке наличия некротического ядра в АСБ чувствительность и специфичность КТ, выполненной с помощью двухэнергетического компьютерного томографа, имели более высокие значения по сравнению с КТ, выполненной с помощью одноэнергетического компьютерного томографа (64%, 98% и 50% и 94% соответственно) [36].

В зарубежной литературе опубликованы единичные исследования, в которых при КТ определялись морфологические и структурные особенности в нестабильных и стабильных АСБ, выявленных при ВСУЗИ с функцией «виртуальной гистологии». Gabija Pundziute с соавторами сопоставили структуру АСБ у 50 больных с ОКС (n=25) и стабильной стенокардией (n=25). У первой группы также была сопоставлена структура АСБ в ССА и СНА. Были выявлены различия в структуре АСБ в ССА и СНА. В группе больных с ОКС преобладали некальцинированные (32%) и комбинированные (59%) бляшки. В группе больных со стабильной стенокардией преобладали кальцинированные АСБ (61%). Объем некротического ядра был выше в бляшках у больных с ОКС ($11,16 \pm 6,07\%$ против $9,08 \pm 4,62\%$ у больных со стабильной стенокардией, $p = 0,02$). ФАТК определялись в пораженных сегментах в большем числе случаев у больных с ОКС (32% против 3% у пациентов со стабильной стенокардией, $p < 0,001$). Важно отметить, что ФАТК, выявленным при ВСУЗИ, чаще соответствовали комбинированные бляшки при КТ [37]. Eleanore Kroner с соавторами оценили наличие положительного ремоделирования артерии в месте расположения АСБ при КТ в нестабильных АСБ, выявленных с помощью ВСУЗИ. Положительное ремоделирование артерии при КТ определялось чаще в АСБ с признаками нестабильности, чем в стабильных бляшках. 16 ФАТК (43%) были обнаружены в пораженных участках с наличием положительного ремоделирования, только 3 ФАТК (4,8%) – в пораженных участках, в которых отсутствовал данный симптом по данным КТ ($p < 0,001$). Объем некротического ядра по данным ВСУЗИ был больше в АСБ с наличием симптома положительного ремоделирования при КТ, чем в АСБ без данного симптома ($15,7 \pm 7,8\%$ против $10,2 \pm 7,2\%$, $p < 0,001$) [38]. В работе Theodora Benedek с соавторами было показано, что наличие участка гиподенсной плотности (менее 30 HU) при КТ характерно для нестабильных АСБ, выявленных при ВСУЗИ с функцией «виртуальной гистологии», и соответствует некротическому ядру АСБ [39]. Однако в двух вышеописанных работах оценивались лишь два «косвенных» признака нестабильности при КТ: наличие участка низкой плотности и положительное ремоделирование артерии.

Необходимо отметить, что ВСУЗИ имеет некоторые ограничения в выявлении нестабильных АСБ. При ВСУЗИ не визуализируются эрозии покрышки бляшки, не всегда точно определяется наличие тромботического компонента на поверхности АСБ. Также ВСУЗИ позволяет лишь косвенно судить об истончении покрышки, основываясь на данных «виртуальной гистологии». В свою очередь разрешающая

способность ОКТ позволяет непосредственно визуализировать покрышку и оценить ее толщину. В настоящее время опубликованы единичные работы, в которых результаты КТ оценивались в сравнении с результатами ОКТ.

В работе Yukio Ozaki с соавторами были сопоставлены характеристики АСБ у 57 больных ИБС (с ОКС или стабильной стенокардией), выявленные с помощью четырех методик: ОКТ, ангиоскопии, ВСУЗИ и КТ. Интрамуральный тромбоз был выявлен при ОКТ или ангиоскопии. Также, при ОКТ были выявлены ФАТК с разрывом и ФАТК с интактной фиброзной покрышкой. При КТ низкая рентгеновская плотность (менее 30 HU) и положительное ремоделирование выявлялись чаще у больных с ОКС в ФАТК с разрывом по сравнению с ФАТК с интактной фиброзной покрышкой и АСБ, обнаруженными у больных со стабильной стенокардией (88%, 40%, 18%; $p = 0,001$ и 96%, 20%, 14%; $p = 0,001$ соответственно). По данным исследования КТ позволяет выявить АСБ с разрывом, учитывая вышеуказанные «косвенные» признаки нестабильности АСБ. Однако дифференцировать ФАТК без разрыва от стабильных АСБ с помощью этого метода не представляется возможным [40].

В 2015 году была опубликована работа Ryo Nakazato с соавторами, целью которой было определение возможностей КТ в выявлении АСБ высокого риска при сопоставлении с данными ОКТ. При ОКТ АСБ были разделены на

три типа: ФАТК, инфильтрированные макрофагами, ФАТК без инфильтрации макрофагами и остальные АСБ. Критериями нестабильности при оценке АСБ с помощью КТ были положительное ремоделирование (индекс ремоделирования $\geq 1,10$), низкая рентгеновская плотность бляшки (наличие участка рентгеновской плотности внутри бляшки менее 30 HU), точечные кальцинаты (менее 3 мм), симптом «кольцевидного усиления». АСБ с положительным ремоделированием и участком низкой плотности, выявленные при КТ, соответствовали ФАТК, инфильтрированным макрофагами. Различий в наличии симптома «кольцевидного усиления» в разных типах АСБ по данным ОКТ выявлено не было [41].

Также в 2015 году Hyung-Vok Park с соавторами сопоставили результаты оценки характеристик АСБ при КТ с исследованием фракционного резерва кровотока (ФРК), которое в настоящее время является «золотым» стандартом оценки стенозированных участков артерии, при определенных условиях являющихся причиной ишемии миокарда. Значение ФРК $< 0,8$ соответствует пораженному участку, приводящему к ишемии миокарда. Согласно данным исследования во всех АСБ, где значение ФРК было $< 0,8$, отмечалось положительное ремоделирование

лирование артерии. Большой объем АСБ и низкая плотность бляшки определялись в пораженных участках КА, где значение ФРК было $<0,8$, а стеноз был более 50% [42].

Обобщая результаты вышеописанных исследований, при КТ возможно дифференцирование различных компонентов АСБ и выявление некоторых «косвенных» признаков нестабильности АСБ. Для подтверждения результатов необходимо проведение исследований, в которых оценивается характер изменений АСБ с помощью нескольких методов визуализации при динамическом наблюдении и риск развития коронарных событий у больных с наличием нестабильных АСБ в коронарных артериях.

Заключение.

Таким образом, инвазивные методы исследования такие, как ВСУЗИ и ОКТ, позволяют выявлять признаки нестабильных АСБ КА. Однако эти методы не применяются в клинической практике в качестве скрининговых методов. КТ является единственным неинвазивным методом визуализации АСБ КА, применяемым как в амбулаторных, так и в стационарных условиях.

С появлением новых компьютерных томографов, выполняющих исследование сердца без движения стола в течение периода одного или двух сердечных сокращений, стало возможным исследовать больных с различными нарушениями ритма, при этом в большинстве случаев достигается хорошее качество изображений без артефактов. Однако в настоящее время основным ограничением получения КТ-изображений КА хорошего качества является выраженный кальциноз артерий, поэтому целесообразно выполнение нативной фазы исследования до внутривенного введения рентгеноконтрастного препарата для определения выраженности

кальциноза КА [43].

В большинстве работ по выявлению морфологии АСБ методом КТ, а также в работах по сопоставлению КТ и ВСУЗИ, исследуются сочетания некоторых известных признаков нестабильности различных типов АСБ. Однако в настоящее время остаются мало изученными такие признаки нестабильности, как «кольцевидное усиление» рентгеновской плотности по периферии АСБ, неровность внутреннего контура бляшки, а также прогностическая значимость признаков нестабильности в развитии острых коронарных событий.

Дальнейшие исследования в этой области необходимы для уточнения целесообразности проведения КТ для выявления больных с риском развития тяжелых коронарных событий, использования КТ в динамике для оценки эффективности лекарственной терапии и динамического наблюдения за пациентами. Преимуществами метода для динамического наблюдения больных являются его неинвазивность, отсутствие необходимости в длительной подготовке к исследованию, возможность проведения исследования в амбулаторных условиях, высокая воспроизводимость метода и доступность использования метода в большинстве стационаров и поликлинических учреждений.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Работа выполнена в рамках реализации Гранта Президента РФ по поддержке Ведущей научной школы НШ-5035.2014.7 «Гибридные технологии лучевой медицины в сердечно-сосудистой хирургии и кардиологии». Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. World Health Organization. 2015. Available at: http://www.who.int/cardiovascular_diseases/about_cvd/ru/
2. Virmani R., Kolodgie F.D., Burke A.P., Farb A., Schwartz S.M. Lessons from sudden coronary death: a comprehensive morphological classification scheme for atherosclerotic lesions. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2000; 20 (5): 1262-75.
3. Falk E. Morphologic features of unstable atherothrombotic plaques underlying acute coronary syndromes. *Am J Cardiol.* 1989; 63: E114-E120.
4. Burke A.P., Farb A., Malcom G.T., Liang Y., Smialek J., Virmani R. Coronary risk factors and plaque morphology in men with coronary disease who died suddenly. *N Engl J Med* 1997; 336: 1276-82.
5. Kolodgie F.D., Burke A.P., Farb A., Gold H.K., Yuan J., Narula J. et al. The thin-cap fibroatheroma: a type of vulnerable plaque: the major precursor lesion to acute coronary syndromes. *Curr Opin Cardiol.* 2001; 16: 285-92.
6. Virmani R., Burke A.P., Kolodgie F.D., Farb A. Vulnerable plaque: the pathology of unstable coronary lesions. *J Interv Cardiol.* 2002; 15: 439-46.
7. Muller J.E., Tofler G.H., Stone P.H. Circadian variation and triggers of onset of acute cardiovascular disease. *Circulation.* 1989; 79: 733-743.
8. Kolodgie F.D., Virmani R., Burke A.P., Farb A., Weber D.K., Kutys R. et al. Pathologic assessment of the vulnerable human coronary plaque. *Heart* 2004; 90: 1385-91.
9. Virmani R., Burke A.P., Farb A., Kolodgie F.D. Pathology of the Vulnerable Plaque. *JACC* 2006; 47 (8): 13-8.
10. Fuster V., Badimon J.J., Chesebro J.H. Atherothrombosis: mechanisms and clinical therapeutic approaches. *Vascular Medicine.* 1998; 3: 231-239.
11. Тагиева Н.П., Шахнович П.М., Веселова Т.Н. Неинвазивные методы выявления нестабильных атеросклеротических бляшек в коронарных сосудах. *Кардиология.* 2015; 55 (5): 80-88.
12. Sawada A., Shite J., Garcia-Garcia H.M., Shinke T.,

- Watanabe S., Otake H. et al. Feasibility of combined use of intravascular ultrasound radiofrequency data analysis and optical coherence tomography for detecting thin-cap fibroatheroma. *European Heart Journal*. 2008; 29, 1136–1146.
13. Kitagawa T., Yamamoto H., Horiguchi J., Ohhashi N., Tadehara F., Shokawa T. et al. Characterization of noncalcified coronary plaques and identification of culprit lesions in patients with acute coronary syndrome by 64-slice computed tomography. *JACC: Cardiovasc Imag*. 2009; 2 (2): 153–159.
14. Hoffmann U., Moselewski F., Nieman K., Jang I., Ferencik M., Rahman A.M. et al. Noninvasive Assessment of Plaque Morphology and Composition in Culprit and Stable Lesions in Acute Coronary Syndrome and Stable Lesions in Stable Angina by Multidetector Computed Tomography. *JACC*. 2006; 47 (8): 1655–1662.
15. Терновой С.К., Веселова Т.Н. Выявление нестабильных бляшек в коронарных артериях с помощью мультиспиральной компьютерной томографии. *Российский электронный журнал лучевой диагностики / REJR*. 2014; 4 (1): 7-14. Available at: <http://www.rejr.ru/archiv.html>.
16. Веселова Т.Н., Меркулова И.Н., Меркулов Е.В., Миронов В.М., Терновой С.К., Руда М.Я. Неинвазивная оценка атеросклеротического поражения коронарных артерий у больных с острым коронарным синдромом методом мультиспиральной компьютерной томографии. *Медицинская визуализация*. 2010; 4: 100-109.
17. Motoyama S., Kondo T., Sara M., Sugiura A., Harigaya H., Sato T. et al. Multislice Computed Tomographic Characteristics of Coronary Lesions in Acute Coronary Syndromes. *JACC*. 2007; 50 (4): 319–326.
18. Tanaka A., Shimada K., Yoshida K., Jissyo S., Tanaka H., Sakamoto M. et al. Non-Invasive Assessment of Plaque Rupture by 64-Slice Multidetector Computed Tomography Comparison With Intravascular Ultrasound. *Circ J*. 2008; 72: 1276–1281.
19. Kashiwagi M., Tanaka A., Kitabata H., Tsujioka H., Kataiwa H., Komukai K. et al. Feasibility of Noninvasive Assessment of Thin-Cap Fibroatheroma by Multidetector Computed Tomography. *JACC: Cardiovascular Imaging*. 2009; 2 (12): 1412–1419.
20. Narula J., Achenbach S. Napkin-Ring Necrotic Cores: Defining Circumferential Extent of Necrotic Cores in Unstable Plaques. *JACC*. 2009; 2 (12): 1436 – 8.
21. Kwon H.M., Sangiorgi G., Ritman E.L., Lerman A., McKenna C., Virmani R., et al. Adventitial vasa vasorum in balloon-injured coronary arteries ☆: Visualization and quantitation by a microscopic three-dimensional computed tomography technique. *J Am Coll Cardiol*. 1998; 32 (7): 2072–2079.
22. Maurovich-Horvat P., Hoffmann U., Vorpahl M., Nakano M., Virmani R, Alkadhi H. The Napkin-Ring Sign: CT Signature of High-Risk Coronary Plaques? *JACC: Cardiovascular Imaging*. 2010; 3 (4): 440–4.
23. Kashiwagi M., Tanaka A., Shimada K., Kitabata H., Komukai K., Nishiguchi T. et al. Distribution, frequency and clinical implications of napkin-ring sign assessed by multidetector computed tomography. *Journal of Cardiology*. 2013; 61: 399–403.
24. Seifarth H., Schlett C.L., Nakano M., Otsuka F., Károlyi M., Liewa G. et al. Histopathological correlates of the napkin-ring sign plaque in coronary CT angiography. *Atherosclerosis*. 2012; 224 (1): 90–96.
25. Puchner S.B., Liu T., Mayrhofer T., Truong Q.A., Lee H., Fleg J.L. et al. High-risk plaque detected on coronary CT angiography predicts acute coronary syndromes independent of significant stenosis in acute chest pain: results from the ROMICAT-II trial. *J Am Coll Cardiol*. 2014; 19; 64 (7): 684-92.
26. Motoyama S., Sarai M., Harigaya H., Anno H., Inoue K., Hara T. et al. Computed tomographic angiography characteristics of atherosclerotic plaques subsequently resulting in acute coronary syndrome. *J Am Coll Cardiol*. 2009; 54: 49–57.
27. Motoyama S., Sarai M., Narula J., Ozaki Y. Coronary CT angiography and high-risk plaque morphology. *Cardiovasc Interv Ther*. 2013; 28 (1): 1-8.
28. Yamamoto H., Kitagawa T., Ohhashi N., Utsunomiya H., Kunita E., Oka T. et al. Noncalcified atherosclerotic lesions with vulnerable characteristics detected by coronary CT angiography and future coronary events. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2013; 7 (3): 192-9.
29. Leber A.W., Knez A., Becker A., Becker C., von Ziegler F., Nikolaou K. et al. Accuracy of Multidetector Spiral Computed Tomography in Identifying and Differentiating the Composition of Coronary Atherosclerotic Plaques. *JACC*. 2004; 43 (7): 1241–7.
30. Leber A.W., Becker A., Knez A., von Ziegler F., Sirol M., Nikolaou K. et al. Accuracy of 64-Slice Computed Tomography to Classify and Quantify Plaque Volumes in the Proximal Coronary System. A Comparative Study Using Intravascular Ultrasound. *JACC*. 2006; 47 (3): 672–7.
31. Rasouli M.L., Shavelle D.M., French W.J., McKay C.R., Budoff M.J. Assessment of coronary plaque morphology by contrast-enhanced computed tomographic angiography: comparison with intravascular ultrasound. *Coronary Artery Disease* 2006; 17 (4): 359-64.
32. Yang X., Gai L.Y., Li P., Chen Y.D., Li T., Yang L. Diagnostic accuracy of dual-source CT angiography and coronary risk stratification. *Vasc Health Risk Manag*. 2010; 21 (6): 935-41.
33. Motoyama S., Kondo T., Anno H., Sugiura A., Ito Y., Mori K. et al. Atherosclerotic plaque characterization by 0.5-mm-slice multislice computed tomographic imaging. *Circ J*. 2007; 71 (3): 363-6.
34. Sun J., Zhang Z., Lu B., Yu W., Yang Y., Zhou Y. et al. Identification and Quantification of Coronary Atherosclerotic Plaques: A Comparison of 64-MDCT and Intravascular Ultrasound. *AJR* 2008; 190: 748–754.
35. Yamaki T., Kawasaki M., Jang I., Raffel O.C., Ishihara Y., Okubo M. et al. Comparison Between Integrated Backscatter Intravascular Ultrasound and 64-slice Multi-detector Row Computed Tomography for Tissue Characterization and Volumetric Assessment of Coronary Plaques. *Cardiovasc Ultrasound*. 2012; 10 (33).
36. Obaid D.R., Calvert P.A., Gopalan D., Parker R.A., West N.E., Goddard M. et al. Dual-energy computed tomography imaging to determine atherosclerotic plaque composition: a prospective study with tissue validation. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2014; 8 (3): 230-7
37. Pundziute G., Schuijff J.D., Jukema J.W., Decramer I., Sarno G., Vanhoenacker P.K. et al. Evaluation of Plaque Characteristics in Acute Coronary Syndromes: Non-Invasive Assessment With Multi-Slice Computed Tomography and Invasive Evaluation With Intravascular Ultrasound Radiofrequency Data. *Eur Heart J*. 2008; 29 (19): 2373-2381.
38. Kröner E.S.J., van Velzen J.E., Boogers M.J., Siebelink H.J., Schalij M.J., Kroft L.G. et al. Positive Remodeling on Coronary

Computed Tomography as a Marker for Plaque Vulnerability on Virtual Histology Intravascular Ultrasound. *The American Journal of Cardiology*. 2011; 107 (12): 1725–1729.

39. Benedek T., Jako B., Benedek I. Plaque quantification by coronary CT and intravascular ultrasound identifies a low CT density core as a marker of plaque instability in acute coronary syndromes. *Int Heart J*. 2014; 55 (1): 22-8.

40. Ozaki Y., Okumura M., Ismail T.F., Motoyama S., Naruse H., Hattori K. et al. Coronary CT angiographic characteristics of culprit lesions in acute coronary syndromes not related to plaque rupture as defined by optical coherence tomography and angiography. *Eur Heart J*. 2011; 32: 2814–2823.

41. Nakazato R., Otake H., Konishi A., Iwasaki M., Koo B.K., Fukuya H. et al. Atherosclerotic plaque characterization by CT

angiography for identification of high-risk coronary artery lesions: a comparison to optical coherence tomography. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015; 16 (4): 373-9.

42. Park H.B., Heo R., ó Hartaigh B., Cho I., Gransar H., Nakazato R. et al. Atherosclerotic plaque characteristics by CT angiography identify coronary lesions that cause ischemia: a direct comparison to fractional flow reserve. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2015; 8 (1): 1-10.

43. Джанчатова Б.А., Капанадзе А.Б., Серова Н.С. Лучевые методы оценки кальциноза коронарных артерий. *Российский электронный журнал лучевой диагностики / REJR*. 2015; 5 (1): 58-65. Available at: <http://www.rejr.ru/volume/17/r8.pdf>.

References:

1. World Health Organization. 2015. Available at: http://www.who.int/cardiovascular_diseases/about_cvd/ru/

2. Virmani R., Kolodgie F.D., Burke A.P., Farb A., Schwartz S.M. Lessons from sudden coronary death: a comprehensive morphological classification scheme for atherosclerotic lesions. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2000; 20 (5): 1262-75.

3. Falk E. Morphologic features of unstable atherothrombotic plaques underlying acute coronary syndromes. *Am J Cardiol*. 1989; 63: E114-E120.

4. Burke A.P., Farb A., Malcom G.T., Liang Y., Smialek J., Virmani R. Coronary risk factors and plaque morphology in men with coronary disease who died suddenly. *N Engl J Med* 1997; 336: 1276–82.

5. Kolodgie F.D., Burke A.P., Farb A., Gold H.K., Yuan J., Narula J. et al. The thin-cap fibroatheroma: a type of vulnerable plaque: the major precursor lesion to acute coronary syndromes. *Curr Opin Cardiol*. 2001; 16: 285–92.

6. Virmani R., Burke A.P., Kolodgie F.D., Farb A. Vulnerable plaque: the pathology of unstable coronary lesions. *J Interv Cardiol*. 2002; 15: 439–46.

7. Muller J.E., Tofler G.H., Stone P.H. Circadian variation and triggers of onset of acute cardiovascular disease. *Circulation*. 1989; 79: 733–743.

8. Kolodgie F.D., Virmani R., Burke A.P., Farb A., Weber D.K., Kutys R. et al. Pathologic assessment of the vulnerable human coronary plaque. *Heart* 2004; 90: 1385–91.

9. Virmani R., Burke A.P., Farb A., Kolodgie F.D. Pathology of the Vulnerable Plaque. *JACC* 2006; 47 (8): 13–8.

10. Fuster V., Badimon J.J., Chesebro J.H. Atherothrombosis: mechanisms and clinical therapeutic approaches. *Vascular Medicine*. 1998; 3: 231–239.

11. Tagieva N.R., Shakhnovich R.M., Veselova T.N. Noninvasive Methods of Detection of Vulnerable Atherosclerotic Plaques in Coronary Arteries. *Cardiology*. 2015; 55 (5): 80-88 (in Russian).

12. Sawada A., Shite J., Garcia-Garcia H.M., Shinke T., Watanabe S., Otake H. et al. Feasibility of combined use of intravascular ultrasound radiofrequency data analysis and optical coherence tomography for detecting thin-cap fibroatheroma. *European Heart Journal*. 2008; 29: 1136–1146.

13. Kitagawa T., Yamamoto H., Horiguchi J., Ohhashi N., Tadehara F., Shokawa T. et al. Characterization of noncalcified coronary plaques and identification of culprit lesions in patients with acute coronary syndrome by 64-slice computed tomography. *JACC: Cardiovasc Imag*. 2009; 2 (2): 153–159.

14. Hoffmann U., Moselewski F., Nieman K., Jang I., Ferencik M., Rahman A.M. et al. Noninvasive Assessment of Plaque Morphology and Composition in Culprit and Stable Lesions in Acute Coronary Syndrome and Stable Lesions in Stable Angina by Multidetector Computed Tomography. *JACC*. 2006; 47 (8): 1655–1662.

15. Ternovoy S.K., Veselova T.N. MDCT in detection of unstable coronary plaques. *REJR*. 2014; 4 (1): 7-14. Available at: <http://www.rejr.ru/archiv.html> (in Russian).

16. T.N. Veselova, I.N. Merkulova, E.V. Merkulov, V.M. Mironov, S.K. Ternovoy, M.Ya. Ruda. Noninvasive Evaluation of Atherosclerotic Lesions in Patients with Acute Coronary Syndrome by Multidetector Computed Tomography. *Medical Visualization*. 2010; 4: 100-109 (in Russian).

17. Motoyama S., Kondo T., Sara M., Sugiura A., Harigaya H., Sato T. et al. Multislice Computed Tomographic Characteristics of Coronary Lesions in Acute Coronary Syndromes. *JACC*. 2007; 50 (4): 319–326.

18. Tanaka A., Shimada K., Yoshida K., Jissyo S., Tanaka H., Sakamoto M. et al. Non-Invasive Assessment of Plaque Rupture by 64-Slice Multidetector Computed Tomography Comparison With Intravascular Ultrasound. *Circ J*. 2008; 72: 1276–1281.

19. Kashiwagi M., Tanaka A., Kitabata H., Tsuboi H., Kataiwa H., Komukai K. et al. Feasibility of Noninvasive Assessment of Thin-Cap Fibroatheroma by Multidetector Computed Tomography. *JACC: Cardiovascular Imaging*. 2009; 2 (12): 1412–1419.

20. Narula J., Achenbach S. Napkin-Ring Necrotic Cores: Defining Circumferential Extent of Necrotic Cores in Unstable Plaques. *JACC*. 2009; 2 (12): 1436 – 8.

21. Kwon H.M., Sangiorgi G., Ritman E.L., Lerman A., McKenna C., Virmani R., et al. Adventitial vasa vasorum in balloon-injured coronary arteries ☆: Visualization and quantitation by a microscopic three-dimensional computed tomography technique. *J Am Coll Cardiol*. 1998; 32 (7): 2072–2079.

22. Maurovich-Horvat P., Hoffmann U., Vorpahl M., Nakano M., Virmani R, Alkadhi H. The Napkin-Ring Sign: CT Signature of High-Risk Coronary Plaques? *JACC: Cardiovascular Imaging*. 2010; 3 (4): 440–4.

23. Kashiwagi M., Tanaka A., Shimada K., Kitabata H., Komukai K., Nishiguchi T. et al. Distribution, frequency and clinical implications of napkin-ring sign assessed by multidetector computed tomography. *Journal of Cardiology*. 2013; 61: 399–403.

24. Seifarth H., Schlett C.L., Nakano M., Otsuka F., Károlyi M., Liewa G. et al. Histopathological correlates of the napkin-ring

- sign plaque in coronary CT angiography. *Atherosclerosis*. 2012; 224 (1): 90–96.
25. Puchner S.B., Liu T., Mayrhofer T., Truong Q.A., Lee H., Fleg J.L. et al. High-risk plaque detected on coronary CT angiography predicts acute coronary syndromes independent of significant stenosis in acute chest pain: results from the ROMICAT-II trial. *J Am Coll Cardiol*. 2014; 19; 64 (7): 684–92.
26. Motoyama S., Sarai M., Harigaya H., Anno H., Inoue K., Hara T. et al. Computed tomographic angiography characteristics of atherosclerotic plaques subsequently resulting in acute coronary syndrome. *J Am Coll Cardiol*. 2009; 54: 49–57.
27. Motoyama S., Sarai M., Narula J., Ozaki Y. Coronary CT angiography and high-risk plaque morphology. *Cardiovasc Interv Ther*. 2013; 28 (1):1–8.
28. Yamamoto H., Kitagawa T., Ohashi N., Utsunomiya H., Kunita E., Oka T. et al. Noncalcified atherosclerotic lesions with vulnerable characteristics detected by coronary CT angiography and future coronary events. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2013; 7 (3): 192–9.
29. Leber A.W., Knez A., Becker A., Becker C., von Ziegler F., Nikolaou K. et al. Accuracy of Multidetector Spiral Computed Tomography in Identifying and Differentiating the Composition of Coronary Atherosclerotic Plaques. *JACC*. 2004; 43 (7): 1241–7.
30. Leber A.W., Becker A., Knez A., von Ziegler F., Sirol M., Nikolaou K. et al. Accuracy of 64-Slice Computed Tomography to Classify and Quantify Plaque Volumes in the Proximal Coronary System. A Comparative Study Using Intravascular Ultrasound. *JACC*. 2006; 47 (3): 672–7.
31. Rasouli M.L., Shavelle D.M., French W.J., McKay C.R., Budoff M.J. Assessment of coronary plaque morphology by contrast-enhanced computed tomographic angiography: comparison with intravascular ultrasound. *Coronary Artery Disease* 2006; 17 (4): 359–64.
32. Yang X., Gai L.Y., Li P., Chen Y.D., Li T., Yang L. Diagnostic accuracy of dual-source CT angiography and coronary risk stratification. *Vasc Health Risk Manag*. 2010; 21 (6): 935–41.
33. Motoyama S., Kondo T., Anno H., Sugiura A., Ito Y., Mori K. et al. Atherosclerotic plaque characterization by 0.5-mm-slice multislice computed tomographic imaging. *Circ J*. 2007; 71(3): 363–6.
34. Sun J., Zhang Z., Lu B., Yu W., Yang Y., Zhou Y. et al. Identification and Quantification of Coronary Atherosclerotic Plaques: A Comparison of 64-MDCT and Intravascular Ultrasound. *AJR* 2008; 190: 748–754.
35. Yamaki T., Kawasaki M., Jang I., Raffel O.C., Ishihara Y., Okubo M. et al. Comparison Between Integrated Backscatter Intravascular Ultrasound and 64-slice Multi-detector Row Computed Tomography for Tissue Characterization and Volumetric Assessment of Coronary Plaques. *Cardiovasc Ultrasound*. 2012; 10 (33).
36. Obaid D.R., Calvert P.A., Gopalan D., Parker R.A., West N.E., Goddard M. et al. Dual-energy computed tomography imaging to determine atherosclerotic plaque composition: a prospective study with tissue validation. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2014; 8(3): 230–7
37. Pundziute G., Schuijff J.D., Jukema J.W., Decramer I., Sarno G., Vanhoenacker P.K. et al. Evaluation of Plaque Characteristics in Acute Coronary Syndromes: Non-Invasive Assessment With Multi-Slice Computed Tomography and Invasive Evaluation With Intravascular Ultrasound Radiofrequency Data. *Eur Heart J*. 2008; 29 (19): 2373–2381.
38. Kröner E.S.J., van Velzen J.E., Boogers M.J., Siebelink H.J., Schalij M.J., Kroft L.G. et al. Positive Remodeling on Coronary Computed Tomography as a Marker for Plaque Vulnerability on Virtual Histology Intravascular Ultrasound. *The American Journal of Cardiology*. 2011; 107 (12): 1725–1729.
39. Benedek T., Jako B., Benedek I. Plaque quantification by coronary CT and intravascular ultrasound identifies a low CT density core as a marker of plaque instability in acute coronary syndromes. *Int Heart J*. 2014; 55 (1): 22–8.
40. Ozaki Y., Okumura M., Ismail T.F., Motoyama S., Naruse H., Hattori K. et al. Coronary CT angiographic characteristics of culprit lesions in acute coronary syndromes not related to plaque rupture as defined by optical coherence tomography and angiography. *Eur Heart J*. 2011; 32: 2814–2823.
41. Nakazato R., Otake H., Konishi A., Iwasaki M., Koo B.K., Fukuya H. et al. Atherosclerotic plaque characterization by CT angiography for identification of high-risk coronary artery lesions: a comparison to optical coherence tomography. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015; 16 (4): 373–9.
42. Park H.B., Heo R., ó Hartaigh B., Cho I., Gransar H., Nakazato R. et al. Atherosclerotic plaque characteristics by CT angiography identify coronary lesions that cause ischemia: a direct comparison to fractional flow reserve. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2015; 8 (1): 1–10.
43. Dzhanchatova B.A., Kapanadze L.B., Serova N.S. Radiology in assessment of coronary arteries calcification. *REJR*. 2015; 5 (1): 58–65. Available at: <http://www.rejr.ru/volume/17/r8.pdf> (in Russian).

ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЕРТНОЙ БАЛЛЬНОЙ ОЦЕНКИ МЕТАСТАЗИРОВАНИЯ ПО СЦИНТИГРАММАМ СКЕЛЕТА В СОЧЕТАНИИ С ГИСТОГРАММНЫМ И ТЕКСТУРНЫМ АНАЛИЗОМ

Савин С.З.¹, Косых Н.Э.¹, Потапова Т.П.², Еременко А.В.²

Цель исследования. Разработка методологии выявления наиболее важных параметров текстурного и гистограммного анализа для параметрического описания очагов гиперфиксации радиофармпрепарата (ОГФ РФП) на остеосцинтиграммах скелета.

Материалы и методы. Из остеосцинтиграмм 169 больных диссеминированным раком молочной железы, имеющих метастазы в скелет методом автоматической сегментации, выделено по 1000 ОГФ РФП для передней и задней проекций. Выделенные ОГФ подвергнуты балльной экспертной оценке вероятности их метастатической природы и расчету ряда гистограммных и текстурных параметров. Проведен анализ динамических рядов изменения средних данных параметров в зависимости от числа баллов, определенных экспертом. Оценка достоверности тренда осуществлялась путем определения коэффициента аппроксимации (R2).

Результаты. Показано, что значения коэффициента аппроксимации могут быть использованы при анализе динамических рядов для разделения на классы, в которых изменения изучаемого показателя в определенной степени зависят от экспертной оценки ОГФ, и те, в которых такой зависимости нет. Подобный анализ размеров ОГФ РФП, их формы, структуры, контрастности границ а также деформации скелета и ассиметричность поражения были положены в основу экспертной системы оценки соответствия данных очагов на остеосцинтиграммах костным метастазам.

Обсуждение. Система балльной экспертной оценки соответствия ОГФ костным метастазам, содержит анализ размеров очагов, их форму, структуру, контрастность границ, а также деформацию скелета и ассиметричность поражения. Между предложенной экспертной балльной оценкой и рядом гистограммных и текстурных параметров данных очагов существуют достаточно тесные связи. Этот метод способствует определению набора числовых параметров для дифференциальной диагностики метастатических и неметастатических очагов на остеосцинтиграммах в рамках автоматизированного анализа сцинтиграмм.

Выводы. Предложенная система балльных оценок с помощью КАД-системы наиболее эффективна для ОГФ, расположенных в зоне таза (передняя проекция) и позвоночника (задняя проекция), f наименее эффективна для ОГФ длинных трубчатых костей. Наиболее эффективными в распознавании метастатических ОГФ на сцинтиграммах скелета оказались текстурный показатель контрастности и гистограммные показатели яркости и гладкости.

Ключевые слова: компьютерный автоматизированный анализ (КАД-анализ), радиофармпрепарат (РФП), очаг гиперфиксации (ОГФ), сцинтиграфия, диссеминированный рак молочной железы, балльная оценка.

Контактный автор: Савин С.З., savin.sergei@mail.ru

Для цитирования: Савин С.З., Косых Н.Э., Потапова Т.П., Еременко А.В. Проблемы экспертной балльной оценки метастазирования по сцинтиграммам скелета в сочетании с гистограммным и текстурным анализом. REJR. 2016; 6 (3):80-87. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-80-87.

Статья получена: 28.07.2016

Статья принята: 11.08.2016

1-ФБГУН
«Вычислительный центр
ДВО РАН» Федерального
агентства научных
организаций Российской
Федерации

2-КГБУЗ «Хабаровский
краевой клинический
центр онкологии»
Министерства
здравоохранения
Хабаровского края.
г. Хабаровск, Россия

THE PROBLEMS OF EXPERT GRADE ANALYSIS OF METASTASES ON SKELETON SCINTIGRAMS IN COMBINATION WITH HISTOGRAM AND TEXTURE ANALYSIS

Purpose. To provide a methodology for selection the most important parameters of texture and histogram analysis for parametric descriptions of hearths hyperfixation (HHF) radiopharmaceutical (RPP) on osteostscintigram.

Materials and methods. From osteoscintigrams of 169 patients with breast cancer and skeleton metastases by automatic segmentation allocated 1,000 HHF RPP for front and rear projection. Dedicated HHF scoring subjected to expert estimates the probability of a metastatic nature and number of the calculation histogram and texture parameters. The analysis of time series changes in the mean of these parameters depending on the number of points determined by an expert. Evaluation of reliability of the trend carried out by determining the ratio of approximation (R^2).

Results. It is shown that the values of the approximation can be used when analyzing the time series to be divided into classes, in which changes in the studied index to a certain extent depend on the peer review of the HHF, and those in which there is no such dependence. A similar analysis of the size of HHF RPP, their shape, structure, contrast borders and skeletal deformities and asymmetry defeat make the basis for the expert analysis of conformity assessment focuses on the osteoscintigramms to bone metastases.

System of grade expert scoring of conformity of the FMG bone metastases, provides an analysis of the lesions, their shape, texture, contrast, borders and deformation of the skeleton and the asymmetry of the lesion. It is shown that between this grade expert assessment and a number of histogram and texture parameters of these focuses are closely related. This method contributes to the definition of a set numeric parameter for the differential diagnosis of metastatic focuses on non-metastatic osteoscintigraphy as part of an automated analysis of scintigramms.

Conclusions. The proposed system of grade scoring is the most effective for HHF, located in the area of the pelvis (front projection) and spine (rear projection), f is the least effective in the long bones of the HHF. The most effective in detecting metastatic skeletal scintigramms at HHF turned out to be textural contrast ratio and bar graphs brightness and smoothness.

Keywords: computer aided diagnostic (CAD), radiopharmaceutical preparation (RPP), hearths hyperfixation (HHF), scintigraphy, breast cancer, ball score.

Corresponding author: Savin S.Z., savin.sergei@mail.ru

For citation: Savin S.Z., Kosyh N.Je., Potapova T.P., Eremenko A.V. The problems of expert grade analysis of metastases on scintigramms of skeleton in combination with histogram and texture analysis. REJR. 2016; 6 (3):80-87. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-80-87.

Received: 28.07.2016

Accepted: 11.08.2016

До настоящего времени планарная остеосцинтиграфия остается одним из методов выбора в диагностике костных метастазов. Несмотря на высокую чувствительность в выявлении метастазов, этот метод достаточно неспецифичен [1, 2]. Диагностическая точность остеосцинтиграфии может быть улучшена при параллельном использовании компьютерных технологий анализа изображений [3, 4, 5, 6, 7]. Одним из таких методов является САД-анализ, позволяющий сегментировать очаги гиперфиксации (ОГФ) радиофармпрепарата (РФП) – т.н. "зоны интереса" – и после расчета комплекса числовых параметров классифицировать их на патологические (метастатические) и не метастатические. В качестве методов параметрического описания выделен-

ных объектов используется текстурный, гистограммный и морфометрический анализ [8, 9, 10, 11, 12].

Выбор оптимальных методов описания "зон интереса", в частности, на сцинтиграммах, не является решенной до конца проблемой. В работах нами было показано, что описание ОГФ РФП остеосцинтиграмм методами классического хараликовского текстурного и гистограммного анализа наиболее эффективно для их последующего распознавания методом опорных векторов на "патологические" и "не патологические" [13, 14, 15].

Однако осталось неясным, какие конкретные параметры из блока хараликовских текстур и гистограммного анализа наиболее важны для параметрического описания "зон

1-Computer Center of Fareastern Branch of Russian Academy Sciences, Federal agency of scientific organizations of Russian Federations

2-Regional Clinical Oncology Center. Khabarovsk, Russia.

Таблица №1.

Признак	Описание	Баллы
Размеры	Мелкий (до 20 пикселей)	0.5
	Средний (до 50 пикселей)	1
	Крупный (свыше 50 пикселей)	2
Контрастность границы очага	Слабая	0.5
	Умеренная	1
	Выраженная	3
Форма очага	Диффузный (резкая нечеткость границ, ассиметричное диффузное поражение)	0.5
	Локализованный (более определенные границы)	1
	Округлый	2
Однородность структуры очага	Выраженная неоднородность	0.5
	Слабая неоднородность	1.5
	Однородность	3
Деформация скелета	Нет	0
	Есть	2
Ассиметричность поражения	Нет	0
	Есть	2

интереса" на остеосцинтиграммах [16, 17]. По нашему мнению, одним из путей решения проблемы оценки может быть комплексный анализ "зон интереса" остеосцинтиграмм методом балльной экспертной оценки в сочетании с методами гистограммного и текстурного анализа.

Цель исследования.

Целью исследования является изучение связей визуальной экспертной оценки метастатической природы очагов гиперфиксации (ОГФ) радиофармпрепарата (РФП) на остеосцинтиграммах с одной стороны с числовыми характеристиками этих очагов, рассчитанных методами гистограммного и текстурного анализа с другой стороны.

Материалы и методы.

Исследование было проведено с использование планарных остеосцинтиграмм 169 больных диссеминированным раком молочной железы, имеющих метастазы в скелет. Сцинтиграммы выполнены на двухдетекторной гамма-камере Infinia-Hawkeye, производства фирмы General Electrics с применением РФП пирфотех-99mTc [1, 5].

Сцинтиграфическое исследование началось с регистрации активности болюса в месте введения РФП (не менее 7,4 Мбк/кг) в режиме 1 кадр/св течение 4 с. РФП вводился в локтевую под детектором гамма-камеры. Затем проводилась регистрация активности в процессе формирования изображения всего тела в фа-

зе кровяного пула и экстрацеллюлярной активности. Использовался универсальный коллиматор при ширине окна дифференциального дискриминатора 20% (140 кэВ).

Далее проводилась запись изображения всего тела в фазе оптимального соотношения накопления РФП в костях и мягких тканях скелета (через 2–3 ч после введения РФП) в передней и задней проекциях. При этом число импульсов на кадр составляло 250–600 тыс. Применялись стандартные условия записи сканограмм на ЭВМ, что значительно упрощало проведение сравнительного анализа накопления РФП в различных участках скелета. Оперативный контроль сканографических данных в процессе исследования осуществлялся по дисплею ЭВМ [10].

При анализе электронных изображений остеосцинтиграмм нами использована разработанная ранее система автоматизированной компьютерной диагностики (САКД) скелетных метастазов, являющаяся разновидностью КАД-анализа [7, 15, 16]. С ее помощью на сцинтиграммах проводилась сегментация изображения с ручным выделением общей зоны скелета и автоматическим - зон интереса – ОГФ РФП.

На передних проекциях 169 сцинтиграмм выявлено 6337 ОГФ, а на задних – 6000. Все они были объединены в единую базу данных, из которой "слепым методом" выделено по 1000 ОГФ, относящихся к передним и задним изоб-

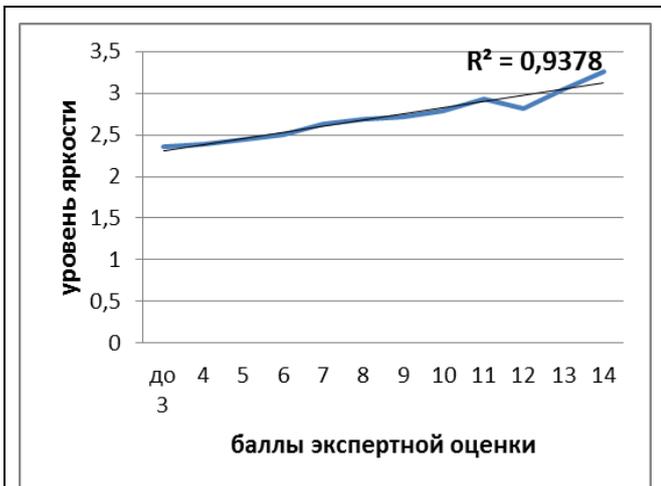


Рис. 1.

Рис. 1.

Изменения значений показателя яркости в очагах гиперфиксации радиофармпрепарата в позвоночнике на задней проекции сцинтиграмм в зависимости от экспертной оценки данных очагов.

ражениям. Выделенные ОГФ были проанализированы экспертом с целью оценки вероятности их метастатической природы.

Для этого использованы следующие критерии бальной оценки очагов гиперфиксации радиофармпрепарата при остеосцинтиграфии для оценки их метастатической природы. Каждый ОГФ визуально оценивался по 6 параметрам, указанным в таблице 1, с присвоением соответствующего балла, после чего баллы суммировались. Если сумма баллов превышала 10, то анализируемый ОГФ относился к метастатическому процессу. Если суммарное значение баллов было меньше 4, то предполагалось, что анализируемый ОГФ имеет не метастатическую природу.

Сумма баллов, превышающая 4, но не достигающая 10, позволяет относить ОГФ к очагам «неясной» природы [10, 14, 17].

Полностью оценить ОГФ по данной системе удалось в 923 случаях для очагов расположенных на передних сцинтиграммах и в 941 случае – для очагов, расположенных на задних сцинтиграммах. ОГФ объединялись в группы в зависимости от числа баллов, выставленных экспертом. Для данных ОГФ с помощью САКД рассчитывались гистограммные (средняя яркость, гладкость яркость, третий момент яркости, однородность яркости, энтропия яркости изображения) и текстурные (автокорреляция, контрастность, корреляция, четвертый момент, неоднородность) параметры. Рассчитывались средние значения данных параметров в группе. Выстраивались динамические ряды, отражаю-

щие изменения средних значений гистограммных и текстурных параметров в зависимости от числа баллов, определенных экспертом. Такие динамические ряды были построены для передних и задних сцинтиграмм всех зон скелета.

Анализ динамических рядов проводился путем прямолинейного выравнивания. Оценка достоверности тренда осуществлялась путем определения коэффициента аппроксимации (R^2). Достоверной считалась тенденция, при которой R^2 был больше 0.29, что соответствовало $p < 0,05$ [18].

Результаты исследования.

Анализ трендов изменения значений изучаемых параметров в зависимости от значений экспертной оценки показал в целом весьма неоднозначную картину. Вместе с тем для большинства динамических рядов был характерен положительный достоверный или недостоверный тренд. Только в одном случае – для показателя однородности в ОГФ придаточных пазухах черепа (передняя проекция сцинтиграмм) – тренд был отрицательным и достоверным ($R^2=0.59$). В качестве примера анализа тренда приведено изучение характера изменений значений показателя яркости в ОГФ в позвоночнике (задняя проекция) в зависимости от экспертной оценки данных очагов (Рис. 1).

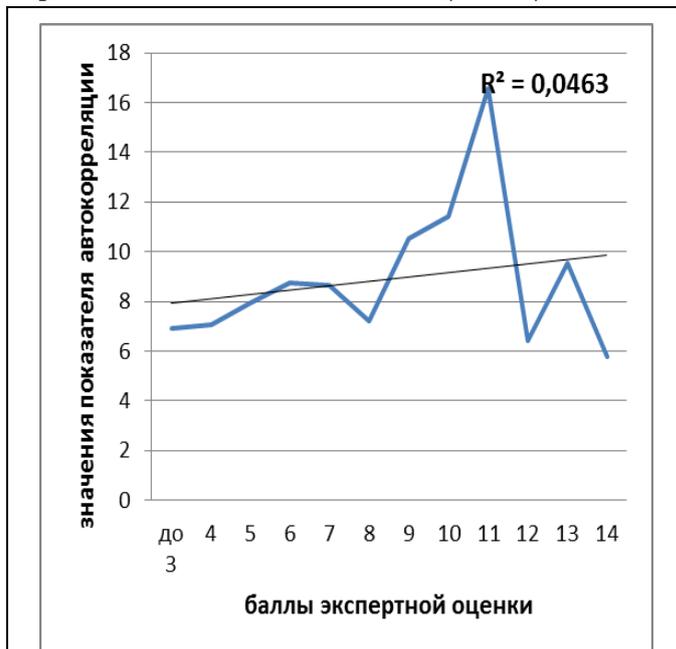


Рис. 2.

Рис. 2.

Изменения значений показателя автокорреляции в очагах гиперфиксации радиофармпрепарата в черепе на задней проекции сцинтиграмм в зависимости от экспертной оценки данных очагов.

Таблица №2.

Сторона изображения скелета	Параметры	Зоны скелета							
		позвоночник	Крупные суставы	таз	грудина	длинные трубчатые кости	придаточные пазухи черепа	череп	грудные кости
передняя	ср. яркость	0.81	0.93	0.89	0.9	0.02	0.77	0.38	0.74
	гладкость	0.48	0.74	0.73	0.49	0.25	0.71	0.29	0.61
	3-й момент	0.34	0.44	0.69	0.27	0.19	0.69	0.1	0.43
	однородность	0.0001	0.11	0.53	0.11	0.01	0.59	0.08	0.01
	энтропия	0.44	0.64	0.65	0.0001	0.0001	0.17	0.09	0.15
	автокорреляция	0.13	0.21	0.48	0.15	0.07	0.14	0.086	0.19
	контрастность	0.86	0.93	0.89	0.45	0.71	0.73	0.47	0.97
	корреляция	0.45	0.52	0.81	0.42	0.07	0.24	0.47	0.54
	4-й момент	0.13	0.21	0.48	0.15	0.06	0.35	0.86	0.2
неоднородность	0.45	0.49	0.78	0.43	0.05	0.22	0.41	0.45	
задняя	ср. яркость	0.94	0.7	0.79	-	0.0001	-	0.53	0.71
	гладкость	0.53	0.51	0.46	-	0.06	-	0.75	0.76
	3-й момент	0.41	0.13	0.17	-	0.09	-	0.31	0.43
	однородность	0.32	0.02	0.19	-	0.01	-	0.23	0.21
	энтропия	0.32	0.1	0.45	-	0.0001	-	0.43	0.3
	автокорреляция	0.1	0.09	0.82	-	0.01	-	0.04	0.001
	контрастность	0.78	0.4	0.72	-	0.64	-	0.37	0.97
	корреляция	0.64	0.42	0.27	-	0.29	-	0.03	0.5
	4-й момент	0.1	0.1	0.81	-	0.01	-	0.05	0.003
неоднородность	0.64	0.33	0.04	-	0.23	-	0.007	0.51	

Минимальное число баллов получаемое при экспертной оценке составило 2, а максимальное – 14. По мере увеличения числа баллов наблюдалось и увеличение значений показателя яркости в ОГФ. Прямолинейное выравнивание фактических значений данного динамического ряда выявило достоверную тенденцию к увеличению показателя яркости. Данная тенденция согласно значению коэффициента аппроксимации была достоверной. Из представленного рисунка видно, что те ОГФ, которые рассматривались экспертом как явно метастатические имели большее значение показателя яркости, чем те, метастатическая природа которых вызывала сомнения или категорически отвергалась. На рисунке 2 представлены изменения значения одного из показателей текстурного анализа – автокорреляции – в зависимости от экспертной оценки ОГФ расположенных в черепе (задняя проекция скинтиграмм).

Как видно из рис. 2, значения показателя автокорреляции достигают максимума при оценке экспертом в 11 баллов, но далее показатель снижается, а при 14 баллах значения автокорреляции являются минимальными.

В данном случае отсутствует зависимость между бальной оценкой соответствия ОГФ метастатическому типу и показателями автокорреляции. Эти примеры показывают, что значения коэффициента аппроксимации могут быть использованы для анализа достаточно большой совокупности динамических рядов с целью их разделения на две группы: те в которых изменения изучаемого показателя в определенной степени зависят от экспертной оценки ОГФ и те, в которых такой зависимости нет.

Используя вышеизложенные принципы, мы проанализировали значения коэффициента аппроксимации динамических рядов, построенных с целью изучения трендов гистограмм-

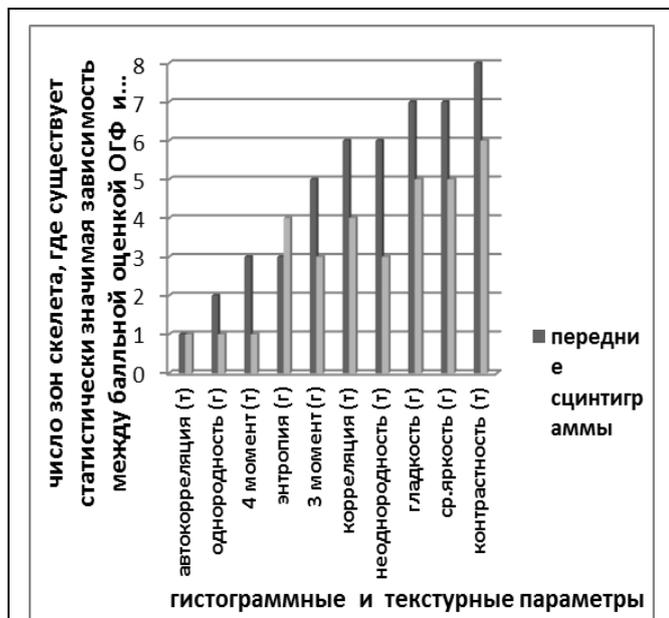


Рис. 3.

Рис. 3.

Число зон скелета, где имеются статистически значимые тренды изменения гистограммных и текстурных параметров очагов гиперфиксации радиофармпрепарата на сцинтиграммах у больных с костными метастазами рака молочной железы зависимости от значений экспертной оценки соответствия данных очагов метастатическим проявлениям.

ных и текстурных параметров во всех зонах скелета.

Значения коэффициента аппроксимации при анализе трендов изменения гистограммных и текстурных параметров очагов гиперфиксации радиофармпрепарата на сцинтиграммах у больных с костными метастазами рака молочной железы зависимости от значений экспертной оценки соответствия данных очагов метастатическим проявлениям представлены в таблице 2.

Как видно из таблица 2, значения коэффициента аппроксимации варьировали в достаточно широком диапазоне в зависимости как от вида гистограммных или текстурных параметров, так и от зон скелета. Вместе с тем следует отметить, что наибольшее число параметров, демонстрирующих достоверные тренды в рамках балльной шкалы экспертной оценки, на передних сцинтиграммах наблюдается в ОГФ таза (все 10 параметров), а на задних – в ОГФ позвоночника (7 из 10 параметров). С другой стороны, в зоне длинных трубчатых костей, как на передних, так и на задних проекциях, число параметров, демонстрирующих достоверные значения трендов, является минималь-

ным.

Изложенные в предыдущем разделе факты свидетельствуют о том, что представленная экспертная шкала оценок соответствия ОГФ метастатическим проявлениям является наиболее эффективной для очагов расположенных в зоне таза (передняя проекция) и позвоночника (задняя проекция), что подтверждается большинством использованных гистограммных и текстурных параметров. В то же время эта же шкала наименее эффективна при оценке ОГФ длинных трубчатых костей.

Показатели гистограммного и текстурного анализа, наиболее эффективно используемые для распознавания метастатических ОГФ на сцинтиграммах скелета, представлены на рисунке 3.

Из рисунка 3 следует, что для передних и задних сцинтиграмм такими показателями являются текстурный показатель контрастности и гистограммные показатели – яркость и гладкость. Наименее эффективным для передних сцинтиграмм был показатель автокорреляции, показавший достоверный тренд лишь в одной из восьми зон скелета. Для задних сцинтиграмм такими показателями были автокорреляция, четвертый момент и однородность (одна из шести зон скелета).

Обсуждение результатов.

Был проанализирован характер кривых динамических рядов гистограммных и текстурных параметров при изменении значений балльной шкалы и показавших достоверные значения трендов. Условно такие динамические ряды можно было разбить на 3 группы.

К первой можно было отнести те в которых отмечалось постепенное увеличение показателей по мере увеличения баллов. Значения коэффициента аппроксимации в этой группе колебалось от 0.64 до 0.97, составив в среднем 0,8. Гистограммные и текстурные показатели, формирующие такие ряды наиболее полно отражают изменения в ОГФ которые, в свою очередь описываются критерия экспертной балльной оценки данных очагов.

При этом показатели характеризуют как группу неметастатических ОГФ (до 4 баллов) так и метастатических (свыше 10 баллов). Такими показателями чаще всего являются яркость, гладкость и контрастность. Именно эти показатели, на наш взгляд, должны быть использованы при КАД-анализе сцинтиграмм.

Ко второй группе отнесены динамические ряды, в которых существенный рост показателей наблюдался только при высоких значениях баллов (10-14). Коэффициент аппроксимации в этих рядах колебался от 0.3 до 0.69, составив в среднем 0.47. В этой группе динамических рядов гистограммные и текстурные показатели отражают изменения только в ОГФ, характери-

зующихся максимально высокими балльными значениями т.е. в очагах являющихся явно метастатическими.

К третьей группе отнесены динамические ряды изменения показателей которых представлены различными видами кривых. Средние значения к коэффициента аппроксимации в этих рядах были самыми низкими из всех трех групп – 0.44.

Таким образом, в нашем исследовании представлена система балльной экспертной оценки соответствия ОГФ костным метастазам, включающая анализ размеров очагов, их форму, структуру, контрастность границ, а также деформацию скелета и ассиметричность поражения. Показано, что между данной балльной экспертной оценкой и рядом гистограммных и текстурных параметров данных очагов существуют достаточно тесные связи.

Все это позволяет определить набор числовых параметров для дифференциальной диагностики метастатических и неметастатических очагов на остеосцинтиграммах в рамках автоматизированного анализа сцинтиграмм посредством КАД-систем.

Выводы.

1. Анализ размеров очагов гиперфиксации РФП, их формы, структуры, контрастности границ, а также деформации скелета и ассимет-

ричность поражения может быть положен в основу экспертной системы оценки соответствия данных очагов на остеосцинтиграммах костным метастазам.

2. Представленная экспертная шкала оценок соответствия ОГФ метастатическим проявлениям является наиболее эффективной для очагов расположенных в зоне таза (передняя проекция) и позвоночника (задняя проекция), но наименее эффективна для очагов расположенных в длинных трубчатых костях.

3. Наиболее эффективными в распознавании метастатических ОГФ на сцинтиграммах скелета могут быть текстурный показатель контрастность, а также гистограммные показатели яркости и гладкости.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Исследование частично выполнено при финансовой поддержке гранта №15-I-4-0140 Программы фундаментальных исследований Дальневосточного отделения РАН «Дальний Восток» и одобрено этическим комитетом КГБУЗ «Хабаровский краевой клинический центр онкологии» Министерства здравоохранения Хабаровского края. Авторы статьи подтвердили отсутствие конфликтов интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Паша С.П., Терновой С.К. Радионуклидная диагностика. Москва. ГЭОТАР-медиа, 2008. 204 с.
2. Лишманов Ю.Б., Чернов В.И. Радионуклидная диагностика для практических врачей. Томск. STT, 2004. 394 с.
3. Sadik M. Bone scintigraphy. A new approach to improve diagnostic accuracy. University of Gothenburg, 2009. 44 p.
4. Shahgeldi K. Simulation of attenuation effects in bone scintigraphy. Master of Science Thesis, Gothenburg: University of Gothenburg, Department of Radiation Physics, 2009. 28 p.
5. Гостюшкин В. В., Косых Н. Э., Савин С. З. Суперкомпьютеры в задачах ядерной медицины. Хабаровск, Вычислительный центр ДВО РАН, 2013. 163 с.
6. Доронищева А.В., Савин С.З. Метод сегментации медицинских изображений. Фундаментальные исследования, 2015; 5 (2): 294-298.
7. Косых Н.Э., Смагин С.И., Гостюшкин В.В., Савин С.З., Литвинов К.А. Система автоматизированного компьютерного анализа медицинских изображений. Информационные технологии и вычислительные системы. 2011; 3: 51-56.
8. Косых Н.Э., Свиридов Н.М., Бурков С.М., Потапова Т.П., Коваленко В.А., Савин С.З. и др. Модификация системы автоматического распознавания медицинских изображений на основе результатов гистограммного анализа. Вестник Тихоокеанского государственного университета. 2014; 2 (33): 17-22.
9. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддингс С. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB. Москва, Техносфера, 2006. 615 с.
10. Харалик Р. М. Статистический и структурный подходы

к описанию текстур. ТИИРЭ 5, 1979. 98 с.

11. Farid, H., Lyu S. Higher-order wavelet statistics and their application to digital forensics. IEEE Workshop on Statistical Analysis in Computer Vision, Madison, Wisconsin, June 2003. Available at: <http://www.cs.dartmouth.edu/~farid/publications/sacv03.pdf>.
12. Kosykh N.E., Gostuyshkin V.V., Savin S.Z., Vorozhtov I.V. Designing the systems of computer diagnostics of medical images. Vladivostok, Russia. Proc. of The First Russia and Pacific Conference on Computer Technology and Applications (RPC 2010), 2010. 4 p.
13. Коваленко В.А., Косых Н.Э., Савин С.З., Гостюшкин В.В. Методы повышения эффективности компьютерных автоматизированных технологий в задачах радионуклидной диагностики. Врач и информационные технологии, 2013; 6: 48-52.
14. Косых Н.Э., Свиридов Н.М., Савин С.З., Потапова Т.П. Компьютерный автоматизированный анализ в задачах распознавания медицинских изображений на примере сцинтиграфии. Компьютерные исследования и моделирование, 2016; 8 (3): 541-548.
15. Косых Н.Э., Савин С.З., Свиридов Н.М., Смагин С.И. Разработка классификаторов экспертной системы для анализа планарных сцинтиграмм. Информатика и системы управления, 2016; 2: 115-126.
16. Косых Н.Э., Савин С.З., Потапова Т.П., Доронищева А.В. Метод компьютерного автоматического анализа планарных сцинтиграмм в диагностике метастатического поражения скелета. Медицинская физика. 2015; 4 (68): 55-59.

17. Косых Н.Э., Савин С.З., Коваленко В.Л., Потапова Т.П., Литвинов К.А. Некоторые аспекты изучения изображений очагов гиперфиксации радиофармпрепарата на остеосцинтиграммах с помощью компьютерного автоматизиро-

ванного анализа. Вестник рентгенологии и радиологии. 2016; 97 (2): 95-100.

18. Поллард Дж. Справочник по вычислительным методам статистики. Москва, Финансы и статистика, 1982. 214 с.

References:

1. Pasha S.P., Ternovoy S.K. Radionuclide diagnostics. M., GE-OTAR-media, 2008. 204 p. (in Russian).

2. Lishmanov Y.B., Cernov V.I. Radionuclide diagnostics for practitioners. Tomsk, STT, 2004. 394 p. (in Russian).

3. Sadik M. Bone scintigraphy. A new approach to improve diagnostic accuracy. University of Gothenburg, 2009. 44 p.

4. Shahgeldi K. Simulation of attenuation effects in bone scintigraphy. Master of Science Thesis, Gothenburg: University of Gothenburg, Department of Radiation Physics, 2009. 28 p.

5. Gostyushkin V. V., Kosykh N. E., Savin S. Z. Supercomputers for problems in nuclear medicine. Khabarovsk, Computer center of FEB RAS, 2013. 163 p. (in Russian).

6. Doronicheva A.V., Savin S.Z. Segmentation method of medical images. Fundamental research. 2015; 5 (2): 294-298 (in Russian).

7. Kosykh N.E., Smagin S.I., Gostyushkin V.V., Savin S.Z., Litvinov K.A. The system of automated computer analysis of medical images. Information technologies and computing systems. 2011; 3: 51-56 (in Russian).

8. Kosykh N.E., Sviridov N.M., Burkov S.M., Potapova T.P., Kovalenko V.L., Savin S.Z., et.al. Modification of the system of automatic recognition of medical images on the basis of the results of histogram analysis. Bulletin of the Pacific National University. 2014; 2 (33): 17-22 (in Russian).

9. Gonsales R., Woods R., Eddins S. Digital Using Processing Image MATLAB. M., Tekhnosfera, 2006. 615 p. (in Russian).

10. Haralik R. M. Statistical and structural approaches to texture description. TIIE 5, 1979. 98 p.

11. Farid, H., Lyu S. Higher-order wavelet statistics and their application to digital forensics. IEEE Workshop on Statistical Analysis in Computer Vision, Madison, Wisconsin, June 2003.

Available at: <http://www.cs.dartmouth.edu/~farid/publications/sacv03.pdf>.

12. Kosykh N.E., Gostyushkin V.V., Savin S.Z., Voroztsov I.V. Designing the systems of computer diagnostics of medical images. Vladivostok, Russia. Proc. of The First Russia and Pacific Conference on Computer Technology and Applications (RPC 2010), 2010. 4 p.

13. Kovalenko V.L., Kosykh N.E., Savin S.Z., Gostyushkin V.V. Methods of increasing the efficiency of computer automated technologies in problems of radionuclide diagnostics. Information technologies for the Physicia. 2013; 6: 48-52 (in Russian)

14. Kosykh N.E., Sviridov N.M., Savin S.Z., Potapova T.P. Computer automated analysis in pattern recognition of medical images, for example scintigraphy. Computer research and modeling. 2016; 8 (3): 541-548 (in Russian).

15. Kosykh N.E., Savin S.Z., Sviridov N.M., Smagin S.I. Development of classifiers expert systems for the analysis of planar scintigrams. Informatics and control systems. 2016; 2: 115-126 (in Russian).

16. Kosykh N.E., Savin S.Z., Potapova T.P., Doronicheva A.V. The method of computer automatic analysis of planar Scintigram in the diagnosis of metastatic lesions of the skeleton. Medical physics. 2015; 4 (68): 55-59 (in Russian).

17. Kosykh N.E., Savin S.Z., Kovalenko V.L., Potapova T.P., Litvinov K.A. Some aspects of studying the images hyperfixation foci of radiopharmaceutical in osteoscintigraphy using computer aided analysis. Bulletin of roentgenology and radiology. 2016; 97 (2): 95-100. (in Russian).

18. Pollard D. Handbook on computational methods of statistics. M., Finance and statistics, 1982. 214 p. (in Russian).

РОЛЬ ИННОВАЦИОННЫХ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОПТИМИЗАЦИИ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ СТАЦИОНАРА (ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ПАКС)

Камышанская И.Г.

С целью изучения роли ПАКС в оптимизации отдела лучевой диагностики Городской Мариинской больницы проанализировали диагностическую и экономическую эффективность ПАКС с учётом развития коммуникаций и использования пост-обработки цифровых рентгенограмм. Материалом исследования были: система ПАКС; рентгенограммы для оценки влияния постпроцессинга на диагностическую эффективность; анкеты опроса врачей-рентгенологов о применении ими способов постпроцессинга; результаты анализа запросов в рентгеновский и электронный архив для оценки времени получения снимка; расчёт затрат на расходные материалы для оценки экономической целесообразности ПАКС. Получены результаты: 1. Внедрение ПАКС и переход на цифровую рентгенодиагностику являются экономически выгодными для ЛПУ в виду годовой экономии средств на рентгеновской плёнке и химических реактивах (около 3,19 млн. рублей). 2. В условиях пятнадцатилетней перспективы оптимальная модификация ПАКС является прибыльным объектом вложения денег. 3. Время получения цифрового снимка из электронного архива в среднем на 28 минут короче времени доставки плёночной рентгенограммы из рентгеновского архива. 4. Пост-обработка изображений достоверно повышает точность диагностики. 5. Более чем в 70% случаев врачи-рентгенологи (83% из них) проводят пост-обработку цифровых рентгенограмм.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», кафедра онкологии СПб ГБУЗ «Городская Мариинская больница» г. Санкт-Петербург, Россия

Ключевые слова: цифровая рентгенодиагностика, пост-обработка цифровых рентгенограмм, система архивирования и передачи изображений (ПАКС), радиологическая информационная система (РИС), экономическая и диагностическая эффективность.

Контактный автор: Камышанская И.Г., irinaka@mail.ru

Для цитирования: Камышанская И.Г. Роль инновационных цифровых технологий в оптимизации лучевой диагностики стационара (опыт внедрения ПАКС). REJR. 2016; 6 (3):88-105. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-88-105.

Статья получена: 07.08.2016

Статья принята: 21.08.2016

THE ROLE OF INNOVATIVE DIGITAL TECHNIQUES IN OPTIMIZATION OF HOSPITAL RADIOLOGY (EXPERIENCE OF PACS INTRODUCTION)

Kamyshanskaya I.G.

In order to study the role of Picture Archiving and Communications Systems (PACS) in optimization of the "City Mariinsky Hospital" radiology department, economic and diagnostic efficacy of PACS were analyzed taking into account the development of communications and the usage of image post-processing after the introduction into clinical practice of digital X-rays. The material of the study included: PACS system; radiographs to assess the impact of post-processing on the diagnostic efficacy; questionnaire survey of radiologists on the use of post-processing methods; Query analysis in X-ray and an electronic archive to estimate the time when the photo was taken, the comparative calculations of the costs for consumables to assess the economic feasibility of PACS. The following results: 1. The introduction of PACS and the transition to Digital X-ray are economically beneficial to

Department of Oncology, Saint-Petersburg University. City Mariinsky hospital. St. Petersburg, Russia.

health facilities meaning annual savings on the X-ray film and chemical reagents (about 3.19 million rubles). 2. In the context of the prospects for the optimal modification of fifteen PACS is a lucrative object of investment. 3. The time of the digital image receipt from electronic archive by an average of 28 minutes shorter than the time of delivery of the X-ray film from X-ray archive. 4. The image post-processing significantly improves the accuracy of diagnosis. 5. More than 70% of radiologists, physicians (83% of them) are performing post-processing of digital X-ray.

Keywords: digital X-ray, post-processing of digital X-ray, Picture Archiving and Communication System (PACS), Radiology Information System (RIS), Economic and diagnostic efficiency.).

Corresponding author: Kamyshanskaya I.G., irinaka@mail.ru

For citation: Kamyshanskaya I.G. The role of innovative digital techniques in optimization of hospital radiology (experience of PACS introduction). REJR. 2016; 6 (3):88-105. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-88-105.

Received: 07.08.2016

Accepted: 21.08.2016

В 1981 году в радиологии появилась первая экспериментальная модель системы, которая получила название PACS (Picture Archiving and Communication System – система архивирования и передачи изображений). Она была установлена в Университете штата Канзас, Канзас-Сити, в 1982 году [1, 2]. В России разработка PACS (ПАКС) началась несколько позднее. С 2006 года Научно-исследовательская производственная компания (НИПК) «Электрон», специализирующаяся на выпуске рентгенодиагностической техники, приступила к его практической разработке и внедрению в практику. На сегодняшний день она имеет несколько версий систем архивирования и передачи диагностических изображений по сети. В Мариинской больнице, с которой сотрудничает «Электрон», в течение 7 лет апробировались и внедрялись разные версии ПАКС-Электрон [3].

Главный вопрос, интересующий руководство каждого лечебно-профилактического учреждения (ЛПУ), заключается в оценке целесообразности установки ПАКС. Переход к работе с данной системой сопровождается рядом сложностей, таких как существенные финансовые затраты на её установку, подготовка отделения для работы с ПАКС и обучение персонала новому порядку работы [4].

В литературе активно обсуждаются три основных фактора, касающихся работы с ПАКС. К их числу относятся время доступа к архивным материалам, изменение точности диагностики за счёт применения методов пост-обработки и финансовые аспекты, связанные с экономией средств на рентгеновскую пленку, химикалии для проведения плёночных рентгенограмм и содержание рентгеновского архива [5, 6].

Можно предположить, что затраты времени на вызов изображений из электронного архива должны быть меньше в сравнении с доступом к аналоговым плёночным изображениям, которые могут находиться не только в рентгеновском архиве пленки, но и в других местах, либо вовсе утрачены и недоступны. Поэтому с учетом особенностей работы рентгеновского архива в конкретном ЛПУ, было интересно уточнить минимальное время получения снимка.

По мнению многих зарубежных авторов, пост-обработка цифровых диагностических изображений (постпроцессинг) является эффективным диагностическим инструментом [7, 8]. Однако производители программного обеспечения для работы с диагностическими изображениями могут реализовывать инструменты пост-процессинга различным образом. Было необходимо проанализировать диагностическую эффективность инструментов цифровой обработки снимков, включенных в программный пакет диагностических рабочих станций ЛПУ и являющихся частью исследуемой ПАКС.

Плёночные рентгеновские снимки могут быть выполнены в стандартном, мягком, жёстком или переэкспонированном режиме. В ходе анализа плёнки невозможно как-то повлиять на качество изображения. Параметры съёмки на плёнку подбираются в соответствии с задачей исследования, плотностью и конституцией пациента, но далеко не всегда обеспечивают оптимальное качество изображения зоны интереса. Нередко плёночные рентгенограммы получаются недостаточного диагностического качества, что требует повторной съёмки и облучения пациента.

Переход на цифровые технологии дал возможность рентгенологу творчески подходить

к обработке первоначально полученного рентгеновского снимка. Благодаря большому динамическому диапазону, заложенному в цифровом снимке, из одного можно получать три и более изображения, изменяя при постпроцессинге уровень и ширину окна, визуализируя при этом больший диапазон плотностей. Таким образом, из первичного снимка можно выделить мягкотканые структуры, плотные костные либо прозрачные ткани без выполнения дополнительных снимков. Так исключаются бракованные снимки, их дублирование за счёт неверной экспозиции и, как следствие, снижаются дозы облучения пациентов. Вместе с тем, методические аспекты анализа цифровых изображений, также как и практические рекомендации оптимизации снимков при исследовании различных анатомических областей, изучены недостаточно, при этом нешироко и не в полной мере используются врачами.

Финансовая выгода от установки ПАКС является наиболее обсуждаемым вопросом из всех вышеизложенных. Имеются неоднозначные данные, приводимые зарубежными коллегами [5, 6]. Поэтому хотелось провести собственную оценку рентабельности установки ПАКС на примере оборудования компании «Электрон» с учетом стоимости цифровых рентгеновских аппаратов, количества проводимых исследований, закупочной стоимости расходных материалов и установки ПАКС.

Таким образом, оценка влияния ПАКС на эффективность диагностической работы ЛПУ представляется весьма актуальной.

Цель исследования: изучить роль ПАКС в оптимизации работы отдела лучевой диагностики в целом и рентгеновского отделения Мариинской больницы в частности.

Задачи исследования:

1. Проанализировать этапы внедрения ПАКС в Мариинской больнице.
2. Изучить структуру ПАКС, её преимущества и недостатки.
3. Оценить возможности способов постобработки изображений, их вклад в эффективность рентгенодиагностики.
4. Рассчитать временные затраты на получение снимка из рентгеновского архива и из цифрового.
5. Оценить финансовую целесообразность установки ПАКС в ЛПУ.

Материалы и методы.

Исследование проводилось на базе тысячекоечного многопрофильного стационара скорой помощи – СПб ГБУЗ «Городской Мариинской больницы», расположенной в центре г. Санкт-Петербурга. В отдел лучевой диагностики больницы входят следующие отделения: рентгеновское, ультразвуковое, компьютерной и магнитно-резонансной томографии, радионуклид-

ная лаборатория и отделение рентгенохирургических методов диагностики и лечения. Больница оснащена современной техникой и включает: два МРТ, два КТ, два ангиографа, тридцать различных рентгеновских аппаратов, десятки ультразвуковых установок. В 2017 году закончится строительство нового корпуса, где будут функционировать дополнительно: один МРТ, два КТ, два ангиографа и два стационарных рентгеновских аппарата. Вся эта техника должна быть охвачена единой радиологической информационной сетью (РИС), ядром которой является ПАКС, позволяющая архивировать и передавать цифровые изображения. Предметом нашего изучения была существующая информационная система, проблемы на этапах её внедрения, полученные преимущества.

Эффективность ПАКС в диагностической работе оценивали на примере рентгеновского отделения по трём характеристикам:

1. Точность заключения по цифровым рентгеновским снимкам. Ожидали повышения точности диагностики за счёт применения инструментов пост-обработки изображения.

2. Время получения снимка из цифрового архива. Предполагали, что время получения снимка из сетевого архива ПАКС существенно превысит время запроса снимка из обычного рентгеновского архива.

3. Экономическая целесообразность ПАКС. Установка подобной системы требует существенных финансовых затрат, однако при ней исключаются содержание рентгеновского архива, расходы на закупку рентгеновской плёнки, материалов для фотопроцесса (фиксирующий раствор, проявитель). Сопоставили затраты больницы на ПАКС и без неё. Получили данные, за какое время окупятся расходы на ПАКС.

Для оценки влияния постпроцессинга на диагностическую точность были отобраны рентгеновские цифровые изображения, выполненные в приемном отделении больницы за одну случайно выбранную неделю. Контрольную группу составили те же цифровые изображения, только распечатанные на термопленку без предварительной пост-обработки. Таким образом, материалом этой части работы было 60 цифровых изображений, мониторных и плёночных, 30 диагностических процедур (исследований). Изображения были предложены для описания семи врачам-рентгенологам, работающим в рентгеновском отделении Мариинской больницы. С целью исключения ошибки эксперимента, связанной с ожиданием экспериментатора (*experimenter expectancy bias*), описывать изображения давали в ходе ежедневной работы, без обращения внимания специалиста на факт участия конкретных снимков в настоящем исследовании. Учитывали время, затраченное на анализ изображения, и текст диагно-

стического заключения. Каждый врач, участвующий в эксперименте, получал для анализа равное количество мониторных и плёночных цифровых изображений, т.е. фиксированную долю материала из группы исследования и контрольной группы. Исключались ситуации, когда один специалист оценивал как цифровое, так и распечатанное изображение одного и того же пациента. Врач-эксперт сравнивал цифровые изображения с врачебными заключениями по ним. Заключения, полученные к каждому мониторному и плёночному цифровому изображению, врач-эксперт сравнивал между собой и устанавливал, имеют ли они клинически важные отличия.

Для анализа использования врачами-рентгенологами способов постпроцессинга была создана анкета, в которой каждому рентгенологу надо было ответить на вопрос о частоте применения того или иного способа цифровой пост-обработки изображений, а также для чего, в каких случаях, в исследовании каких органов и систем он его применяет. Всего проанализировано 18 анкет. На вопросы отвечали рентгенологи с трудовым стажем до 5 лет – 10 чел (55%), с 6 до 10 лет – 3 чел (17%) и 5 чел (28%), работающие по специальности более 10 лет. Для анализа были взяты следующие элементы пост-обработки: негатив/позитив (инверсия), фильтры/оптимизация динамического диапазона, обострение контуров и их сглаживание, увеличение изображения/лупа, уровень и ширина окна плотностей, гамма коррекция.

Для оценки скорости доступа к цифровому снимку (изображению) из электронного архива и получения снимка из рентгеновского архива были сформированы две группы, материалом каждой из которых были снимки 10 случайных пациентов, находящихся на лечении в больнице. Проведён замер времени по 20 запросам, по 10 в каждый архив. Рассчитано среднее время получения аналогового (плёночного) снимка и цифрового изображения. В первую группу вошли плёночные рентгенограммы, которые хранились в рентгеновском архиве, расположенном в отдельном здании. Для получения нужного снимка надо было позвонить архивариусу в рентгеновский архив, узнать о наличии снимка. После этого надо было за ним сходить в рентгеновский архив. Вторую группу составили цифровые снимки, которые хранились в ПАКС-архиве. Все снимки по одному запрашивали из архивов, фиксируя время их получения. Для уточнения различий скорости получения данных из архива результаты измерений времени в каждой группе усредняли и рассчитывали доверительный интервал для 95,5% вероятности.

Для оценки экономической целесообразности установки ПАКС был использован мате-

риал годового отчета о работе рентгеновского отделения Мариинской больницы. В экономическом отделе больницы были запрошены и получены данные о ценах на 2013 год по расходным материалам, таким как рентгеновская пленка, фиксирующий раствор, проявитель, данные о средней заработной плате рентгеновского лаборанта, врача-рентгенолога, архивариуса, данные о стоимости оборудования ПАКС и просмотровых станций. Рассчитывали среднюю стоимость одного рентгеновского плёночного снимка, складывая стоимость пленки, фиксирующего раствора, проявителя, оплату труда лаборанта, врача-рентгенолога и архивариуса. Также рассчитали среднюю стоимость одного цифрового снимка, суммируя только оплату труда лаборанта и врача-рентгенолога. На основании количества исследований, проведенных за год, была рассчитана экономия средств.

Была также учтена стоимость ПАКС при работе различных модификаций рентгеновского оборудования. На основании вышеизложенных расчётов, был посчитан срок окупаемости каждой модификации, дана оценка ПАКС, как объекта инвестиций. Для этого использовали методы «Денежный поток» и «Чистая приведенная стоимость».

Материалом исследования явилась документация по ПАКС компаний «Электрон» и «Fuji Film». Были изучены руководства пользователей ПАКС, документы по эксплуатации программного обеспечения рентгеновских аппаратов, в том числе для постпроцессорной обработки снимков. Изучена архитектура обеих систем, их возможности и недостатки в работе.

Обработку полученных данных осуществляли в программе Microsoft Excel 2007 для Windows. Статистический анализ выполняли в программе Statistica 7 для Windows с использованием методов хи-квадрат Пирсона и теста Фишера. Для оценки статистической значимости использовали критерий $p < 0,05$, позволяющий более чем с 95% точностью оценить статистическую значимость полученных результатов.

Результаты и их обсуждения.

Этапы внедрения ПАКС и РИС в Мариинской больнице.

В Мариинской больнице в 2009 году была установлена для апробации вторая версия ПАКС компании «Электрон». К этому времени стационар уже был укомплектован достаточным количеством цифровых диагностических аппаратов.

Развитие цифровых технологий лучевой диагностики в Мариинской больнице началось с 2003 года, когда были установлены односпиральный рентгеновский компьютерный томограф «Somatom Emotion» «Siemens» (Германия) и первые модели отечественного цифрового телеуправляемого рентгеновского комплекса «КРТ» и

ангиографического аппарата «Анкор» «Электрон» (Россия). Благодаря этому оборудованию у рентгенологов появился первый опыт работы на цифровых диагностических рентгеновских установках. Персонал отработывал навыки постпроцессорной компьютерной обработки изображений, анализа снимков на мониторе компьютера, печати и хранения снимков.

Внедрение цифровых изображений в клиническую практику было не простым делом. Врачи, привыкшие рассматривать рентгеновскую плёнку на негатоскопе, поначалу, отказывались воспринимать изображения с монитора компьютера. Постепенное освоение цифрового рентгеновского оборудования и привыкание к восприятию их продуктов сопровождалось ежегодным увеличением доли цифровых и снижением плёночных снимков. В 2005 году больница получила второй ангиограф «Innova-3000» «GE» (США). В 2008 году начал эксплуатироваться магнитно-резонансного томограф «Avanto» «Siemens» (Германия) цифровой рентгеновский комплекс «КРТ-ОКО» и цифровой флюорограф «ФЦ» «Электрон» (Россия). В это время в стационаре компанией «Электрон» была организована первая локальная ПАКС, которая объединила в сеть два рентгеновских кабинета главного корпуса, кабинет МРТ, пять автоматизированных рабочих мест (АРМ) врача-рентгенолога и ПАКС-сервер. Было установлено фирменное программное обеспечение (ПО) врача, имеющее необходимые инструменты для работы с диагностическими изображениями разных модальностей.

В 2010 году Мариинская больница вместе с тремя медицинскими учреждениями города в рамках пилотного проекта по инициативе Комитета Здравоохранения и Медицинского Информационного Центра города Санкт-Петербурга (МИАЦ) объединилась в Единую Мультисервисную Телекоммуникационную Систему (ЕМТС) с целью создания в городе единой межклинической базы цифровых изображений отделений лучевой диагностики. В рамках этого пилотного проекта силами компании «Fuji Film» в больнице было установлено два CR-комплекса для цифровой рентгенографии на фотостимулируемых люминофорах и также пять АРМ лаборанта и врача-рентгенолога. Телекоммуникационной службой Смольного была проложена оптоволоконная сеть, которая должна была объединить четыре корпуса больницы с ЕМТС МИАЦ, заложив основы для более серьёзной по масштабу РИС больницы.

Хотя эта сеть не была реализована в полном объёме, тем не менее, с её помощью появилась возможность передавать диагностические изображения в удалённый архив ЕМТС МИАЦ с односрезового рентгеновского компьютерного томографа, магнитно-резонансного томографа

и рентгеновские снимки с двух CR-систем. Наряду с этим имела место возможность запрашивать и получать из архива ЕМТС МИАЦ снимки пациентов, выполненных как в Мариинской больнице, так и в других двенадцати медицинских учреждениях города. По сути это был прорыв в городском здравоохранении в направлении сетевой коммуникации, возможности передачи и архивирования радиологических изображений из различных учреждений мегаполиса.

Создание на базе больницы регионального сосудистого центра и оснащение его современным мультиспиральным 64-срезным компьютерным томографом «Definition AS» «Siemens» (Германия), а также участие больницы в городской программе модернизации привело в конце 2011 года к полной замене всего аналогового оборудования на цифровые установки. По программе модернизации здравоохранения больница приобрела пять диагностических просмотровых станций врача-рентгенолога, тринадцать просмотровых станций врача-клинициста и ПАКС-сервер. Таким образом, в 2011 году существовали две несвязанные между собой системы ПАКС. Была подготовлена основа для создания в больнице более полноценной, глобальной РИС.

С помощью компании «Витасофт» в 2013 году Мариинская больница стала одним из учреждений города, где внедрялся пилотный проект по организации госпитальной информационной системой (ГИС). Шли параллельные работы по внедрению ГИС и РИС в работу многопрофильного стационара скорой помощи с перспективой их интеграции.

В 2014 году в больнице появилась новая версия ПАКС с неполноценной РИС, которую установили представители компании «Fuji Film». Наконец-то были подключены в сеть все пять корпусов больницы, все аппараты отдела лучевой диагностики, кроме ультразвуковых установок. Помимо 13 клинических и 5 диагностических просмотровых станций в сеть также были подключены рентгеновский архив и два актовых конференц-зала для демонстрации цифровых изображений.

В процессе эксплуатации ПАКС и РИС столкнулись со следующими трудностями:

- периодически отключались просмотровые станции из-за сбоев в сети;
- не все модальности цифрового оборудования могли отправлять изображения в ПАКС-сервер из-за несовпадения стандарта Digital Imaging and Communication in Medicine (DICOM – цифровые изображения и их передача в медицине), поэтому не были подключены в сеть РИС;
- не смогли добиться полной интеграция ГИС и РИС;

– не получилось отработать систему единой записи и регистрации пациентов на радиологические диагностические исследования;

– не смогли решить проблему с присвоением единого индивидуального номера пациента (ID), удовлетворяющего все модальности лучевой диагностики и ГИС;

– не смогли решить кадровые и финансовые проблемы со специалистами IT, фирмами-сопровождения ПАКС и РИС.

Несмотря на вышеперечисленные трудности организации и внедрения ПАКС и РИС в структуры стационара, первые шаги по работе с информационными системами сразу же показали их главенствующую роль в повышении эффективности лучевой диагностики. Врач-рентгенолог теперь может войти в ПАКС с любого компьютера, подключенного в РИС, запросить и получить снимки пациента, выполненные на разных диагностических аппаратах (модальностях) в разное время. Можно быстро провести контроль над динамикой патологических изменений органов и косвенно судить об эффективности лечения пациента. ПАКС-архив стал активно использоваться в ежедневной врачебной, диагностической, педагогической, научной и учебной работе не только сотрудниками больницы, но и преподавателями кафедр, студентами, врачами интернами, ординаторами. Теперь цифровые изображения разных модальностей можно легко выбрать из ПАКС-архива и вставить в презентации к научно-практическим конференциям и т.д..

Врачи-рентгенологи получили следующие положительные аспекты в своей работе: быстрый поиск пациента по базе данных; уменьшение процента потери снимков; повышение точности диагностики; удобство проведения консультаций и конференций; экономия рабочего времени.

Общепользовательские хирургические и терапевтические утренние конференции, как и конференции рентгеновского отделения Мариинской больницы, теперь проходят с демонстрацией на большом экране рентгеновских, МРТ и КТ изображений, запрашивая их с ПАКС-сервера. Стало возможным проводить сопоставления снимков разных диагностических модальностей, оценивать в динамике лучевые симптомы заболеваний, выявлять неточности и ошибки заключений врачей-диагностов, таким образом, повышая качество диагностики и профессиональный уровень врачей.

В 2015 году в больнице заработали обе системы РИС и ГИС, выполнена частичная их интеграция, пришло осознание необходимости полноценного использования в работе больницы ПАКС и РИС. Теперь врач-рентгенолог мог получить с терминала ГИС черновик протокола

диагностического исследования. Черновик протокола формировался автоматически при печати клиницистом направления на исследование пациента. Полученный черновик врач-рентгенолог превращал в законченное заключение по диагностическому исследованию и сохранял его в папке готовых заключений. Можно было выбрать из системы РИС снимки пациента и сохранить их в папке ГИС. Обмен информацией между системами РИС и ГИС позволял клиницисту получить протокол описания снимка на своём рабочем месте на терминале ГИС, а также увидеть снимки пациента на просмотрной станции. Это дало возможность клиницистам не печатать и не сканировать протоколы диагностических исследований, а копировать их при создании медицинских документов, в том числе выписного эпикриза. Используя просмотрную станцию, врач-клиницист мог запросить и получить снимки пациента, сопоставить протокол-описание с диагностическим изображением, самостоятельно находить лучевые симптомы патологических процессов. Используя на практике электронный архив изображений, протоколы диагностических исследований, электронную историю болезни в условиях больницы скорой помощи врач-клиницист теперь может более оперативно и эффективно работать, т.е. назначать лечение, отслеживать динамику заболевания, создавать выписной эпикриз. Чёткая работа информационных сетей в стационаре может ускорить документооборот различных отчётов, запросов и ответов на них.

Таким образом, внедрение в работу отдела лучевой диагностики ПАКС и РИС привело к постепенному освоению их возможностей, использованию их преимуществ, повысив эффективность диагностики как рентгеновского отделения, так и стационара в целом. ПАКС в работе врачей-клиницистов способствовала повышению уровня знаний о возможностях и недостатках отдельных методов лучевой диагностики, помогала в выборе алгоритма лучевого обследования пациентов. В перспективе дальнейшее внедрение и эксплуатация ПАКС и РИС наряду с экономией больницы расходов на твердые копии изображений должно продолжить наращивать эффективность лучевой диагностики, дать отдачу в виде повышения уровня образования и врачебных знаний не только среди лучевых диагностов, но и других специалистов стационара.

Архитектура ПАКС компании «Электрон».

После общения с заместителем технического директора по IT проектам компании «Электрон» и изучения сопроводительной к системе документации мы смогли представить в общем виде схему работы модели ПАКС компании «Электрон» (Рис. 1). Как можно заметить,

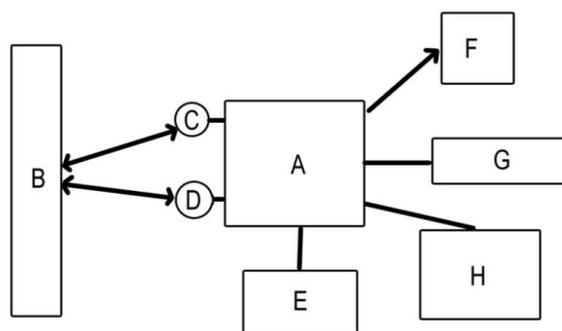


Рис.1.

Рис. 1. Архитектура PACS "Электрон" в общем виде.

A – ПАКС-сервер.

B – Рабочая станция, с которой изображение поступает на сервер и на которую приходит изображение после запроса.

C – Модуль обработки запроса стандарта HL7. Подобный модуль не является обязательным для ПАКС, однако его наличие придает большую гибкость системе.

D – Модуль обработки запросов стандарта DICOM. Этот модуль, в свою очередь, является обязательным атрибутом ПАКС.

E – Web-архив для доступа с клинической (ознакомительной) диагностической станции.

F – База данных для хранения сопроводительных к диагностическим снимкам данных, PostgreSQL.

G – Блок хранения диагностических снимков. Хранение их в базе данных в теории возможно, но на практике не применяется, раздельное хранение дает преимущество в скорости работы системы.

H – Блок управления. Технический блок в процессе работы непосредственно не используется.

здесь представлена современная централизованная модель архитектуры ПАКС. Её конструкция, согласно литературным данным [9, 10, 11], соответствует современным тенденциям в развитии ПАКС.

В централизованной системе есть только 2 элемента: ядро (A, E, F, G, H) и рабочая станция (B). Механизм работы системы с подобной архитектурой выглядит следующим образом: запрос из РИС по протоколу стандарта HL7 (Health Level 7 – седьмой уровень для здравоохранения) приходит в ПАКС, процесс обработки и сбора информации более не происходит в брокере, этот функционал выполняет ПАКС. Происходит проверка данных, определяется модальность (modality), готовится информация к дальнейшей передаче. После того, как получены диагностические снимки, весь материал передается по протоколу DICOM на PACS DICOM сервер, изображения сохраняются в архиве, копии изображений сохраняются в специальных разделах. В этой модели нет посредников, через которых передается информация. Это существенно ускоряет процесс работы системы и обеспечивает удобство её использова-

ния врачами лучевой диагностики. Здесь нет технической необходимости группировать рабочие станции по назначению, как это было в распространённой устаревшей модели. Еще одно существенное преимущество централизованной системы ПАКС – в возможности её расширения, причем как с точки зрения добавления нового диагностического оборудования и новых модальностей, так и с точки зрения увеличения объема работ [11, 12].

Оценка влияния постпроцессинга на диагностическую точность результатов анализа рентгенологических снимков.

Из 30 заключений по снимкам с постобработкой 12 (40%) имели важные клинические отличия от соответствующих им заключений по снимкам без обработки. В то же время из 30 заключений к снимкам без постобработки 5 (17%) имели важные клинические отличия от соответствующих им заключений по снимкам с обработкой. Эти данные представлены в таблице 1 и на рисунках 2 и 3.

Было доказано, что применение способов постпроцессинга статистически значимо влияет на диагностическую точность рентгенологиче-

Таблица 1. Результаты оценки эффективности применения способов постпроцессинга.

	Заключение по снимку с применением способов пост-обработки	Заклучение по снимку без применения способов пост-обработки
Более информативно	12	5
Менее или так же информативно	18	25
Всего	30	30

ских заключений в работе врача-рентгенолога. Цифровая обработка рентгеновских снимков позволяла с большей долей вероятности находить детали изображения, новые патологические симптомы, следовательно, точнее выносить заключение по обработанному снимку в сравнении со снимком без пост-обработки. Статистическая значимость полученных результатов была подтверждена с помощью метода хи-

квадрат Пирсона (p=0,045).

Интересен тот факт, что времени для заключения по цифровому снимку с пост-обработкой было затрачено в среднем 4,6±0,447 минут, что достоверно больше по сравнению со временем для заключения по необработанному снимку, которое составило в среднем 3,1± 0,368 минут (Рис. 4).

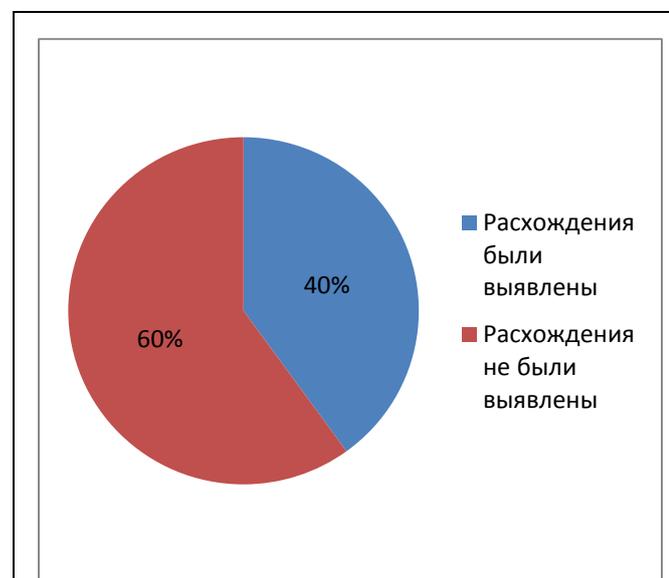


Рис.2.

Рис. 2.

Доля случаев, когда в ходе просмотра снимков с применением пост-обработки были выявлены клинически значимые расхождения в заключениях по снимкам без неё.

квадрат Пирсона (p=0,045).

Интересен тот факт, что времени для заключения по цифровому снимку с пост-обработкой было затрачено в среднем 4,6±0,447 минут, что достоверно больше по сравнению со временем для заключения по необработанному снимку, которое составило в среднем 3,1± 0,368 минут (Рис. 4).

На рисунке 4 видно, что интервалы времени, затраченного для анализа рентгенограмм и их описание, не пересекаются. Это говорит о том, что представленные различия достоверно

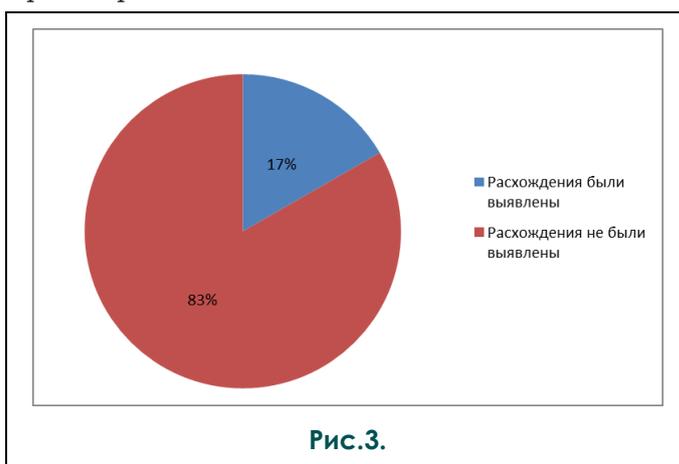


Рис.3.

Рис. 3.

Доля случаев, когда в ходе просмотра снимков без применения пост-обработки были выявлены клинически значимые расхождения в заключениях по снимкам с применением пост-обработки.

По результатам анкетирования касательно частоты анализа рентгенограмм в негативе либо позитиве 17 чел (95%) рентгенологов ответили, что предпочитают негативное изображение позитивному. В таком виде плотные структуры (кости) выглядят белыми, а прозрачные (лёгкие) – чёрными. Рассматривает любые рентгенограммы и в позитиве, и в негативе лишь 1 чел (5%). Предпочитает рассматривать только негативное изображение, не применяя инверсию, также 1 (5%) врач. Используют в работе то и другое изображение при патологии скелета – 1 чел (5%), при заболеваниях мочеполовой системы – 2 чел (11%), в сложных диагностических случаях – 3 чел (17%), только при патологии лёгких – 3 чел (17%). Семь врачей (39%) используют негатив и позитив обязательно при патологии лёгких, скелета, живота. Позитивное изображение органов грудной полости делает лёгочную ткань яркой, а кости и плотные патологические очаги – тёмными. На светлом фоне хорошо контрастируются плотные элементы, дифференцируются переломы рёбер. Двум

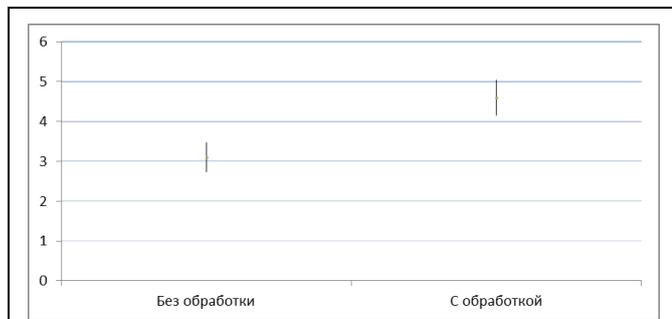


Рис.4.

Рис. 4.

Сравнение затрат времени (в минутах) на формирование заключения по рентгенограммам с пост-обработкой и без неё.

рентгенологам легче находить в позитиве камни в почках и мочеточниках.

Фильтрация с помощью математических алгоритмов позволяет избавиться изображение от помех, нечёткостей, шума, вызванных как самим пациентом, так и техникой, токами в электрических цепях. Обостряет контуры команда Sharpen, делая границы тканей более чёткими. Команда Sharpen, так называемый «псевдорельеф» может быть разной величины: 2x2, 3x3, 5x5. Команда Smooth делает изображение плавным, убирает зернистость, т.е. шумы. Она также различается по величине: 3x3, 5x5. Специальные фильтры Fon Equalize Low, Middle, High, а также программа оптимизации динамического диапазона значительно улучшают визуальную картину для пользователя. Нативное цифровое изображение 16 битное и имеет 65 536 оттенков серого. Монитор компьютера может отразить 256 оттенков серого, а глаз человека различает лишь 60-80 оттенков. Программы фильтров и оптимизации динамического диапазона настраивают изображение для глаза пользователя. В программе компании «Электрон» заложены два последовательных алгоритма фильтрации. Первичное изображение обрабатывается одним из предложенных фильтров, например, Sharpen 3x3, а затем полученное изображение вновь обрабатывается, но уже другим фильтром, например, Smooth. Комбинацию фильтров подбирает врач-рентгенолог. Компания производитель предлагает использовать последовательность фильтрации: сначала Sharpen для повышения чёткости изображения, а затем – Smooth для устранения зернистости фрагментов снимка. В последних программах пост-обработки, вместо специальных фильтров Fon Equalize, предлагается оптимизация динамического диапазона с коэффициентом от 1 до 15 единиц. В своей практической работе 3 (17%) рентгенолога больницы вообще не используют фильтрацию, остальные же 15 (83%) используют ту или иную фильтрацию. По частоте

использования 3 (17%) врача всегда применяют фильтрацию, 5 (28%) – не более, чем в 50% случаев, а 10 (55%) рентгенологов включают фильтрацию при анализе снимков в 50-100% случаев. Чаще всего предпочитают High Fon Equalize. В зависимости от исследуемого органа 4 (22%) врача используют все величины фильтрации (Low, Middle, High). Шесть (33%) врачей всегда включает фильтрацию при патологических изменениях в лёгких либо в скелете.

По мнению 4 (22%) рентгенологов обострение контуров структур изображения (Sharpen) необходимо только для лучшей визуализации патологии в лёгких и в костях, 6 (34%) врачей применяют обострение в 100% случаев, какой бы орган или область человека не обследовали. В повседневной работе обострение контуров использует 11 (61%) врачей с частотой более 50%. Важно не забывать, что опция Sharpen придаёт выразительность лёгочному рисунку, что можно принять за пневмофиброз. В связи с этим, первоначально рентгенограмму органов грудной клетки надо рассматривать без обострения контуров.

Команда сглаживания (Smooth) на практике используется реже обострения, лишь в 10% случаев. Только 6 (33%) врачей применяют данную опцию. Из них одна половина сглаживает изображение после обострения контуров (Smooth 3x3), другая – перед печатью снимка, чтобы убрать зерна шума. Команду Smooth 5x5 никто не использует. Не видят вообще никакого смысла в сглаживании 12 (67%) врачей, поэтому и не реализуют положительные возможности данной обработки.

Часть снимка, выделенная в окно области просмотра, можно масштабировать, т.е. увеличивать или уменьшать изображение, делая более или менее подробными фрагменты снимка. Это требуется чаще всего при анализе каких-либо мелких деталей изображения. Просмотр снимка в разном масштабе определяется коэффициентами. По данным анкетирования 16 (89%) рентгенологов используют увеличение при анализе цифровых рентгенограмм. Этой опцией пользуются 12 (67%) врачей не чаще, чем в 50% случаев. Только 4 (22%) врача применяют увеличение в 70% случаев и чаще. Увеличивает фрагмент снимка в 2 раза 6 (33%) врачей, в 1,5 раза – 4 (22%). Применяют увеличение 10 (56%) рентгенологов при анализе рентгенограмм с патологией лёгких и скелета. Лупа позволяет детализировать изображение, оценивать структуру и контуры очагов, рисунок и интенсивность мелких деталей объекта, определять целостность костной ткани. Лишь некоторые рентгенологи масштабируют изображение для рассмотрения лёгочного рисунка и бронхиального дерева для уточнения «свежести» патологического очага в лёгком.



Рис.5,а.



Рис.5,б.

Рис. 5. Цифровые флюорограммы.

Синдром очаговой диссеминации в верхне-средних отделах лёгких.

а - до обработки.

б - после фильтрации Fon Equalize High и обострения Sharpen 2x2.

В цифровой рентгенографии имеется понятие шкалы плотностей камеры с диапазоном от 0 до 4095 условных единиц. Регулировка изображения осуществляется врачом при изменении ширины окна шкалы плотностей (window width) и уровня окна шкалы (window level). Окно шкалы определяется верхней и нижней границей видимого диапазона плотностей камеры аппарата. Уровень окна – это среднее значение между верхней и нижней границей шкалы плотностей в выбранном окне. Верхняя граница плотности показывает максимальное его значение и отражается на негативном изображении белым цветом. Нижняя граница плотностей, соответственно, имеет минимальное значение и проявляется чёрным цветом. Изменяя уровень окна и его ширину, мы можем на снимке более детально рассмотреть ткани определённой, выбранной плотности. Известны такие понятия, как лёгочное, средостенное, костное окно, которые указывают на возможность рассмотрения деталей этих структур в данных окнах. Гамма коррекция или регулировка яркости снимка, определяется коэффициентом γ , который можно изменять в диапазоне от 0,2 до 5. Применительно к негативным снимкам, при перемещении движка вправо по шкале гамма коррекции, коэффициент γ увеличивается, а изображении становится более тёмным. При перемещении движка влево, коэффициент γ уменьшается, а изображении становится более светлым. Чаше данную опцию используют вместе с окном/уровнем. По результатам нашего исследования этими приёмами обработки снимков пользуются почти все рентгенологи – 17 (95%). В 100% случаев изменяют уровень и ширину окна вместе с гамма коррекцией 7 (39%) врачей, в 50% случаев и более используют данную опцию в работе 12 (68%) рентгенологов. Только

при визуализации лёгких применяют данную опцию 3 (17%) врача, столько же – при анализе рентгенограмм скелета. Пользуются данной обработкой изображения 5 (28%) врачей при анализе рентгенограмм лёгких, костей и живота. Эта опция помогает рентгенологам рассмотреть единичные патологические очаги и диссеминацию в лёгких, лёгочный рисунок, пневмоторакс. По мнению рентгенологов больницы, при исследовании костно-суставной системы лучше дифференцируются переломы, при исследовании живота – кишечные уровни жидкости и малый пневмоперитонеум.

На вопрос о частоте использования пост-обработки в диагностической работе 15 (83%) рентгенологов ответили, что применяют её в 70 и более процентах случаев. Только 3 (17%) врача не утруждают себя обработкой изображений, используя её менее чем в 30% случаев. Это оказались молодые врачи с небольшим стажем работы. Рентгенологи со стажем более 10 лет (28%) применяют пост-обработку в 100% случаев. Пример пост-обработки рентгеновских снимков представлен на рисунке 5.

На рентгенограмме, выполненной на ФЦ (Рис. 5), нативное изображение (А) гораздо менее информативно. После оптимизации снимка (Б) стали чётче дифференцироваться патологические очаги, их количество, структура, контуры, размеры. Стал лучше визуализироваться лёгочный рисунок, проявились сквозь сердце и живот тени позвоночника и рёбер. Если сравнивать разрешающую способность детекторов различных цифровых рентгеновских установок и программ препроцессинга (машинной обработки), то можно с уверенностью сказать, что снимки, полученные на аппарате с плоской панелью – АРЦ-Электрон (Рис. 6 а), гораздо лучше по качеству, чем на ФЦ (Рис. 5 а). Применив к

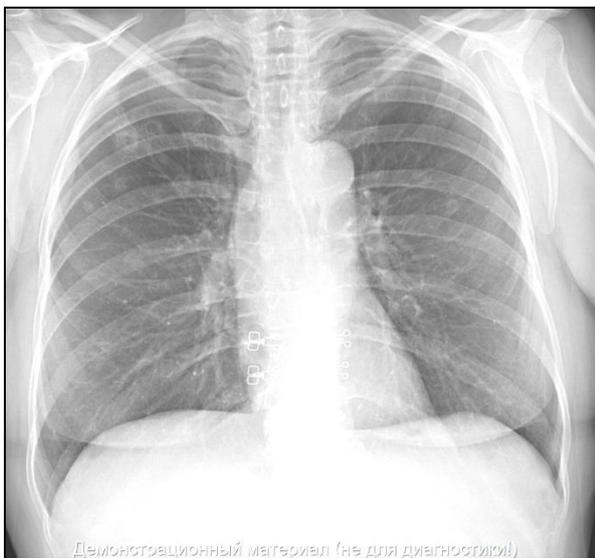


Рис. 6,а.

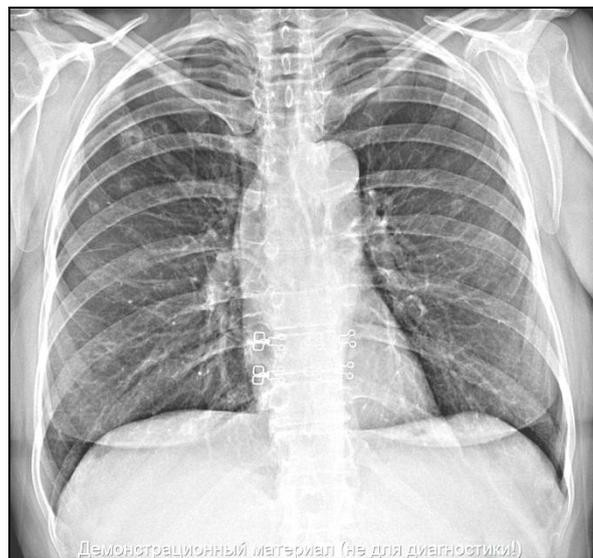


Рис. 6,б.

Рис. 6.

Контрольные рентгенограммы, выполненные на цифровом аппарате АРЦ с плоской панелью детектора.

а - без цифровой обработки.

б - с оптимизацией динамического диапазона б ед.

цифровому нативному снимку (Рис. 6 а) пост-обработку в виде только оптимизации динамического диапазона в 6 единиц, можно получить снимок значительно лучшего качества (Рис. 6 б).

Таким образом, исследования показали, что большинство врачей-рентгенологов (83%) Мариинской больницы используют те или иные способы пост-обработки цифровых рентгеновских изображений более чем в 70 % случаев. Отдельные опции обработки изображений применяются чаще всего (до 90-100%), например, окно/уровень, увеличение, обострение контуров. Редко (33%) используется сглаживание контуров, вероятно, из-за непонимания сути этой опции. Незаслуженно мало применяется оптимизация динамического диапазона. Эта опция появилась недавно на современных цифровых аппаратах компании «Электрон» (Россия). На более поздних моделях рентгеновских аппаратов эта опция была представлена специальной фильтрацией – Fon Equalize. На наш взгляд, это самый лучший инструмент пост-обработки. Он не встречался нам на практике ни в одной просмотровой программе, либо системе, в том числе ПАКС компании «Fuji Film». Понимание возможностей всех способов пост-обработки рентгеновских снимков и их активное внедрение в практику рентгенологов позволят улучшить качество рентгенодиагностики.

Оценка времени получения снимка из архивов.

Проведен замер промежутка времени от

запроса искомого снимков до момента их получения из определённого архива. Рассчитаны средние значения времени. По результатам измерений была составлена таблица 2.

Опыт поиска рентгенограмм показывал, что от 10% до 30% случаев пленочные снимки по разным причинам отсутствуют в архиве. Часть рентгенограмм выдаются на руки пациентам по запросу лечебных учреждений, часть снимков передаются для приобщения к судебным делам по запросу следственных органов и прокуратуры, а потом, несмотря на существующие правила, не возвращаются обратно в архив. Оседают снимки в шкафах и на столах лечащих врачей в ординаторских, в личных архивах учёных и педагогов, используются при написании статей и в учебном процессе со студентами. Некоторые снимки теряются при внутрибольничных переводах пациентов в реанимацию и обратно в отделение, могут быть оставлены на консилиумах и утренних конференциях.

С целью определения среднего времени получения рентгеновского снимка, имеющегося в рентгеновском архиве и в цифровом, выполнен хронометраж. Результаты проведенных исследований представлены в таблице 2.

Как видно из приведенной табл. 2, время ожидания снимка, запрошенного в рентгеновском архиве, составило в среднем $30,2 \pm 3,05$ мин, время ожидания снимка из электронного архива – $2,6 \pm 1,05$ мин. Доверительная вероятность различий – 95,5%.

Затраченное время получения цифрового

Таблица 2. Сравнение затрат времени, требуемого для получения снимка, запрошенного в архивах разных типов.

Номер исследования	Время получения плёночного снимка из рентгеновского архива (мин)	Время получения цифрового снимка из электронного архива (мин)
1	29	2
2	37	2
3	35	3
4	20	3
5	27	4
6	28	2
7	32	3
8	35	2
9	29	3
10	30	2
Средние значения	30,2±3,05	2,6±1,05

снимка в 11,6 раз короче времени получения из архива пленочного снимка (Рис. 7).

Таким образом, как показали проведенные исследования, экономия времени при запросе снимка из электронного архива, составила почти 28 минут.

Оценка экономической целесообразности ПАКС.

Была рассчитана экономическая эффективность установки ПАКС в ЛПУ. Для этого были использованы данные годового отчета по работе рентгеновского отделения больницы, по закупочным ценам расходных материалов (рентгеновская пленка, фиксирующий раствор, проявитель), о заработной плате рентгенолаборанта, врача-рентгенолога и архивариуса, информация о стоимости компонентов системы и оборудования, необходимого для установки ПАКС.

Помимо самой ПАКС в анализ была вклю-

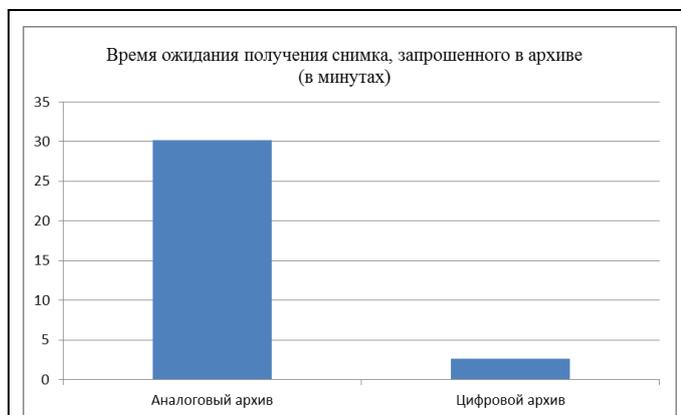


Рис. 7.

Рис. 7. Время ожидания снимка, запрошенного в архивах.

чена стоимость устройств для получения цифровых снимков, потому как для работы с ПАКС нужны именно цифровые снимки, и эта часть расходов составляет от 30% до 70% стоимости модификации отделения лучевой диагностики. На самом деле эта часть расходов может составлять даже большие суммы, однако модификации именно с таким вкладом в общую стоимость будут рассмотрены далее. Этот анализ не учитывал функциональных преимуществ и новых возможностей, которые привносятся ПАКС. Был проведен финансовый анализ перехода рентгеновского отделения на работу с цифровыми изображениями и установку ПАКС. Была дана оценка проекту, как объекту инвестиций. За пример исходного взято рентгеновское отделение Мариинской больницы г. Санкт-Петербурга, которое включает 6 рентгеновских кабинетов, один из которых находится в приемном покое и работает круглосуточно. В каждом из кабинетов можно получить пленочные и цифровые рентгеновские снимки.

Для проведения расчетов были рассмотрены 2 вида модификаций рентгеновского отделения, различия в которых касались исключительно способов получения цифрового диагностического изображения:

1) Минимальная модификация подразумевала закупку для каждого из 6 кабинетов набора стандартных многоразовых кассет на основе фотостимулируемых люминофоров, дигитайзеров – сканеры для считывания и оцифровки информации с кассет, а также диагностические просмотрные станции, подключенные к той же сети, что и ПАКС-сервер. Для получения изображений используются те же рентгеновские аппараты, что и для пленочных снимков. Положительные стороны такой модификации заключаются в существенно более низкой стоимо-

сти, по сравнению с ниже следующим вариантом. Недостатками является возможность получать изображения только для модальности CR (Computed radiography) без возможности получать DR (Digital Radiography) изображения.

2)Оптимальная модификация подразумевала закупку 2 цифровых рентгеновских аппаратов, позволяющих получить изображение модальности DR, и четырех комплектов CR кассет и сканеров. Модификация, которая проведена в Мариинской больнице, несколько отличается в выгодную сторону, и её можно назвать максимальной. В 6 рентгеновских кабинетах в настоящее время имеется 4 аппарата КРТ, 2 АРЦ, 1ФЦ и 2 CR системы.

Помимо описанной выше аппаратуры, каждая модификация включает закупку и установку ПАКС-сервера, прокладку радиологической сети между рабочими станциями и ПАКС-сервером, закупку диагностических рабочих станций и программного обеспечения для них. В наш расчет не была включена закупка клинических просмотровых станций, потому как их функцию могут выполнять любые компьютеры с выходом в интернет. Это традиционная тенденция, которая получила свое распространение в последние годы. Благодаря ей удается существенно снизить стоимость устанавливаемой системы без потери в качестве работы.

Стоимость минимальной модификации составило: ПАКС-сервер – 2,5 млн. руб., проводка сети – 0,5 млн. руб., 6 комплектов CR кассет и сканеров – 6х0,5 млн. руб., 6 диагностических рабочих станций – 6х0,65 млн. руб. = 9,9 млн. руб.

Стоимость оптимальной модификации: ПАКС-сервер – 2,5 млн. руб., проводка сети 0,5 млн. руб., 4 комплекта CR кассет и сканеров – 4х0,5 млн. руб., 6 диагностических рабочих станций – 6х0,65 млн. руб., 2 аппарата КРТ и АРЦ-ОКО – 22,5 млн. руб. = 30,4 млн. руб.

Известно, что при наличии уже установленной аппаратуры, стоимость одного аналогового исследования выше стоимости одного цифрового исследования за счёт расходов на пленку, фиксирующий раствор, проявитель и затраты на работу архивариуса. Для проведения экономического анализа необходимо было провести расчёт реальной стоимости аналогового и цифрового исследований.

Мы считали целесообразным рассчитать отдельно стоимость одного рентгеновского снимка, полученного в рентгеновском кабинете приемного покоя, и в остальных рентгеновских кабинетах в силу следующих причин:

1.Рентгеновский кабинет в приемном покое работает 24 часа в сутки.

2.В кабинете приемного покоя работают одновременно 2 лаборанта, в то время как в

остальных кабинетах – по одному.

3.Смена фиксирующих растворов и проявителя для приемного покоя производится в два раза чаще (1 раз в неделю), по сравнению с другими рентгеновскими кабинетами.

После того, как рассчитали стоимость одного снимка в рентгеновском кабинете приемного покоя и в других рентгеновских кабинетах, эти стоимости были усреднены в соответствии с их удельным весом в общем количестве исследований для получения средней стоимости одного рентгеновского снимка.

Определение стоимости одной единицы пленки:

Единица пленки разного размера имела стоимость: пленка 18х43 см – 16,5 руб., 24х30 см – 10,5 руб., 30х40 см – 27,5 руб., 35х35 см – 25,3 руб. Из годового отчета было известно, что выполнено 83093 снимков, из них на пленке размером 18х43 см – 16730, на пленке 24х30 см – 5480, на пленке размером 30х40 см и 35х35 см – в равном количестве по 330442.

Стоимость одной единицы пленки рассчитывали:

$$(16,5 \times 16730 + 10,5 \times 5480 + 27,5 \times 30441,5 + 25,3 \times 30442) / 83093 = 23,36$$

Таким образом, стоимость одной единицы пленки была 23,36 руб.

Расчет стоимости одного рентгеновского снимка в приемном отделении:

Стоимость аналогового снимка определяли по совокупности факторов:

1)Стоимость пленки (из годового отчета было выполнено 37058 снимков, как определено выше, по 23,36 руб.);

2)Фиксирующий раствор (менялся 1 раз в неделю, 52 раза за год, стоимость одной замены составляла 2200 руб.);

3)Проявитель (менялся 1 раз в неделю, 52 раза за год, стоимость одной замены 4290 руб.);

4)Оплата труда двух лаборантов (стоимость суточной смены одного лаборанта – 2182 рубля из расчета оклада 12000 руб.);

5)Оплата услуг одного врача-рентгенолога (стоимость суточной смены одного врача – 2909 рублей из расчета оклада 16000 руб.);

6)Оплата услуг архивариуса (стоимость хранения одного снимка – 0,8 руб. из расчета зарплаты архивариуса 8000 руб.).

За год в рентгеновском кабинете приемного отделения было выполнено 37058 снимков. Расчёт денежных средств на эти исследования был следующим: $23,36 \times 37058 + 52 \times 2200 + 52 \times 4290 + 2 \times 365 \times 2182 + 365 \times 2909 + 0,814 \times 37058 = 3\,887\,964,9$

Стоимость одного аналогового снимка в приемном покое рассчитывали: $3\,887\,964,9 / 37058 = 104,9$.

Таким образом, стоимость одного аналогового снимка в приемном отделении –104,9

руб.

Стоимость цифрового снимка определяли совокупностью факторов:

1) Оплата услуг двух лаборантов (стоимость суточной смены одного лаборанта – 2182 рубля из расчета оклада 12000 руб.);

2) Оплата услуг одного врача-рентгенолога (стоимость суточной смены одного врача – 2909 рублей из расчета оклада 16000 руб.).

Стоимость одного цифрового снимка в приемном – покое рассчитывали: $(2 \times 365 \times 2182 + 365 \times 2909) / 37058 = 71,63$.

Таким образом, стоимость одного цифрового снимка в приемном отделении – 71,63 руб.

Расчёт стоимости одного пленочного снимка в рентгеновских кабинетах на отделении помимо приёмного покоя:

Стоимость аналогового снимка определяли совокупностью факторов:

1) Стоимость пленки (из годового отчета известно, что было использовано 46035 единиц пленки стоимостью, как определено выше, 23,36 руб. за единицу);

2) Фиксирующий раствор (меняется 1 раз в две недели, 26 раз за год, стоимость одной замены – 2200 рублей);

3) Проявитель (меняется 1 раз в 2 недели, 26 раз за год, стоимость одной замены – 4290 рублей);

4) Оплата услуг одного рентгенолаборанта в кабинете (оклад 12000 руб.);

5) Оплата услуг одного врача-рентгенолога в кабинете (оклад 16000 руб.);

6) Оплата услуг архивариуса (стоимость хранения одного снимка 0,8 руб.).

За год в пяти рентгеновских кабинетах рентгеновского отделения было получено 46035 снимков, стоимостью равной: $23,36 \times 46035 + 26 \times 2200 + 26 \times 4290 + 5 \times 12 \times 12000 + 5 \times 12 \times 16000 + 0,814 \times 46035 = 3\ 636\ 550,1$

Стоимость одного аналогового снимка в рентгеновском кабинете рассчитывали: $3\ 636\ 550,1 / 46035 = 79$.

Таким образом, стоимость одного аналогового снимка в рентгеновских кабинетах отделения – 79 руб.

Расчёт стоимости цифрового снимка.

Стоимость цифрового снимка в рентгеновском кабинете включала следующее:

1) Оплата услуг одного лаборанта в кабинете (оклад 12000 руб.);

2) Оплата услуг одного врача-рентгенолога в кабинете (оклад 16000 руб.).

Стоимость одного цифрового снимка в рентгеновском кабинете рассчитывали: $(5 \times 12 \times 12000 + 5 \times 12 \times 16000) / 46035 = 36,5$.

Таким образом, стоимость одного цифрового снимка в рентгеновском кабинете – 36,5 руб.

Расчет средней стоимости одного рентге-

новского снимка.

Общее количество снимков за год – 83093, в приемном отделении выполнено 37058 (44,6% от всех), стоимость аналогового снимка – 104,9 руб., стоимость цифрового – 71,63 руб.. В других рентгеновских кабинетах отделения выполнено 46035 снимков (55,4% от всех), стоимость аналогового снимка – 79 руб., стоимость цифрового – 36,5 руб. Среднюю стоимость аналогового снимка рассчитывали: $0,446 \times 104,9 + 0,554 \times 79 = 90,56$. Среднюю стоимость цифрового снимка рассчитывали: $0,446 \times 71,63 + 0,554 \times 36,5 = 52,17$.

Таким образом, средняя стоимость аналогового снимка составила 90,56 руб., а цифрового – 52,17 руб.

Годовой объем экономии при использовании цифровой аппаратуры по сравнению с использованием аналоговой рассчитывали: $83093 \times (90,56 - 52,17) = 3\ 189\ 940,3$

Таким образом, годовой объем экономии при использовании цифровой аппаратуры по сравнению с использованием аналоговой составил 3,19 млн. руб.

Методы анализа финансовой выгоды от внедрения ПАКС в ЛПУ

Существуют несколько методов, которые могут оказаться полезными для анализа экономической выгоды установки в ЛПУ ПАКС. Часто оказывается полезным провести расчёт, используя сразу несколько методов, потому как каждый из них дает оценку с разных точек зрения.

Денежный поток (Cash flow) – большая часть методов анализа инвестиций основывается на этом понятии. Под cash flow понимают отчет о движении денежных средств, в котором отражаются все имеющие место притоки денежных средств и их расходования. Представим денежный поток в виде таблицы 3 и 4 для двух рассматриваемых модификаций с предполагаемым сроком работы 15 лет.

Срок окупаемости (Payback period) – это время, необходимое для того, чтобы объект инвестиций окупился. Также является переломным моментом, после которого объект начинает приносить прибыль. Для минимальной модификации срок окупаемости составит 3,1 года, для оптимальной модификации – 9,5 лет (табл. 3 и 4).

Чистая приведенная стоимость (Net present value - NPV) – это сумма дисконтированных (приведенных к определенному моменту времени, в этом частном случае, сегодняшнему дню) значений денежного потока. Показатель NPV представляет собой разницу между всеми денежными притоками и оттоками, приведенными к текущему моменту времени (моменту оценки инвестиционного проекта). Он показывает величину денежных средств, кото-

Таблица 3. Денежный поток в миллионах рублей. Минимальная модификация. Предполагаемый срок работы системы 15 лет.

Год	Отток денежных средств	Приток денежных средств	Годовой денежный поток	Итоговый денежный поток
0	9,9		-9,9	-9,9
1		3,19	3,19	-6,71
2		3,19	3,19	-3,52
3		3,19	3,19	-0,33
4		3,19	3,19	2,86
5		3,19	3,19	6,05
6		3,19	3,19	9,24
7		3,19	3,19	12,43
8		3,19	3,19	15,62
9		3,19	3,19	18,81
10		3,19	3,19	22
11		3,19	3,19	25,19
12		3,19	3,19	28,38
13		3,19	3,19	31,57
14		3,19	3,19	34,76
15		3,19	3,19	37,95

рую инвестор ожидает получить от проекта после того, как денежные притоки окупят его первоначальные инвестиционные затраты и периодические денежные оттоки, связанные с осуществлением проекта. NPV можно представить как общую прибыль инвестора.

NPV является наиболее широко используемым и уважаемым методом оценки инвестиционной привлекательности проекта [13].

Большим достоинством метода является то, что он показывает, какой из объектов инвестиций способен принести больше денежных средств в долговременной перспективе. Для этого анализа за альтернативный вариант инвестиций была взята средняя ставка банковского процента по депозитам в рублях, которая составляла 10% годовых. Общее правило для трактовки значения NPV:

1) NPV > 0 – оцениваемый объект инвестиций более привлекательный в сравнении с сравниваемым;

2) NPV < 0 – оцениваемый объект инвестиций менее привлекательный в сравнении с сравниваемым;

3) NPV = 0 – оцениваемый объект инвестиций принесет точно такую же прибыль, как альтернативный вариант;

4) Важно подчеркнуть, что речь в данном подсчете будет идти исключительно о финансовой оценке целесообразности внедрения ПАКС и не учитывает другие преимущества;

5) NPV рассчитывается следующим образом:

где t – количество периодов, в данном случае за период взят один год, расчет приве-

ден к 15 годам, CF – величина денежного потока в каждый отдельный год, i – ставка дисконтирования, IC – инвестиционный капитал.

Ставка дисконтирования – это процентная ставка, используемая для перерасчета будущих потоков доходов в единую величину текущей стоимости. Она складывается из разных факторов, которые определяются индивидуально для каждого инвестиционного проекта. В данном частном случае ставка дисконтирования будет включать в себя ставку альтернативного вложения в банковский депозит (10%) и среднюю годовую инфляцию за последние три года (6,2%).

Таким образом, рассчитанная величина NPV станет ответом на вопрос: «куда сегодня более выгодно вложить деньги на 15 лет при учёте ежегодной инфляции на протяжении всего времени в 6,2%: в банковский депозит под 10% годовых или в ПАКС?».

NPV для минимальной модификации: $-9,9 + 3,19/1,162 + 3,19/1,35 + 3,19/1,569 + 3,19/1,823 + 3,19/2,119 + 3,19/2,46 + 3,19/2,86 + 3,19/3,324 + 3,19/3,862 + 3,19/4,49 + 3,19/5,215 + 3,19/6,06 + 3,19/7,042 + 3,19/8,183 + 3,19/9,501 = 7,724$

NPV для оптимальной модификации: $-30,4 + 3,19/1,162 + 3,19/1,35 + 3,19/1,569 + 3,19/1,823 + 3,19/2,119 + 3,19/2,46 + 3,19/2,86 + 3,19/3,324 + 3,19/3,862 + 3,19/4,49 + 3,19/5,215 + 3,19/6,06 + 3,19/7,042 + 3,19/8,183 + 3,19/9,501 = -12,776$

Таким образом, NPV для минимальной модификации и оптимальной модификации составляет 7,724 и -12,776, соответственно.

NPV для оптимальной модификации имеет

Таблица 4. Денежный поток в миллионах рублей. Оптимальная модификация. Предполагаемый срок работы системы 15 лет.

Год	Отток денежных средств	Приток денежных средств	Годовой денежный поток	Итоговый денежный поток
0	30,4		-30,4	-30,4
1		3,19	3,19	-27,21
2		3,19	3,19	-24,02
3		3,19	3,19	-20,83
4		3,19	3,19	-17,64
5		3,19	3,19	-14,45
6		3,19	3,19	-11,26
7		3,19	3,19	-8,07
8		3,19	3,19	-4,88
9		3,19	3,19	-1,69
10		3,19	3,19	1,5
11		3,19	3,19	4,69
12		3,19	3,19	7,88
13		3,19	3,19	11,07
14		3,19	3,19	14,26
15		3,19	3,19	17,45

отрицательные значения, что говорит о том, что размещение денег в банковском депозите является более выгодно с точки зрения получения финансовой прибыли через 15 лет, в то время как NPV для минимальной модификации имеет положительное значение, что говорит о том, что выгоднее инвестировать в ПАКС, нежели положить сумму денег в банковскую ячейку на 15 лет. Таким образом, установка ПАКС является более выгодным проектом.

Рассчитаем NPV только с учетом инфляции (6,2%). Это даст ответ на вопрос: «является ли инвестиция в ПАКС прибыльной, с учетом ежегодной инфляции в 6,2% или нет?».

NPV для минимальной модификации: $-9,9 + 30,581 = 20,681$

NPV для оптимальной модификации: $-30,4 + 30,581 = 0,181$

Эти числа говорят о том, что как минимальная, так и оптимальная модификация ПАКС – это вложения, которые принесут инвестору прибыль, с учетом того, что суммы приведены к сегодняшнему дню. Однако, как было рассчитано выше, NPV для оптимальной модификации в сравнении с банковским депозитом дал отрицательное значение, что говорит о том, что поместив сумму, требуемую для установки оптимальной модификации, можно получить большую финансовую прибыль через 15 лет, чем установив оптимальную модификацию в ЛПУ. Этот анализ не учитывал иных преимуществ ПАКС. В литературе встречаются разные отношения к ПАКС. У одних авторов установка ПАКС показывает себя как инструмент, позволяющий существенно снизить стоимость исследова-

ований и получить финансовую выгоду [6]. У других зарубежных коллег установка ПАКС не привела к существенной финансовой экономии [5]. Наиболее весомыми для этого анализа факторами стали стоимость ПАКС и количество исследований, проводимых в ЛПУ за год.

Таким образом, подсчитано, что внедрение минимальной модификации ПАКС окупается через 3,1 года, оптимальная модификация окупится через 9,5 лет. Расчёт чистой приведенной стоимости (NPV – наиболее авторитетного проекта как объекта для инвестиций) показал, что минимальная модификация ПАКС является существенно более выгодным объектом для инвестиций, чем размещение суммы денег в виде банковского депозита под 10% годовой прибыли (NPV = 7,724). Это при условии срока работы 15 лет и инфляции в 6,5% в год. В то же время установка оптимальной модификации ПАКС является менее привлекательным объектом инвестиций, чем размещение суммы денег в виде банковского депозита под 10% годовой прибыли с учетом инфляции 6,5% в год (NPV = -12,776). Подсчет NPV при учете только ежегодной инфляции показал, что установка ПАКС – есть эффективное вложение средств, а NPV для минимальной и оптимальной модификации равны 20,681 и 0,181, соответственно.

Важно отметить, что выбор модификации ПАКС не должен строиться только на результатах экономического анализа. Должны быть подробно проанализированы и учтены преимущества модальности DR перед CR, пропускная способность рентгеновского аппарата, возможность проведения качественных рентгенодиа-

гностических исследований, доза облучения пациента.

Выводы:

1. В Мариинской больнице имеется несколько локальных и один глобальный ПАКС, функционирование которых на сегодняшний день частично разобщено. Помимо многих трудностей эксплуатации ПАКС и РИС, не достигнуто полной интеграции с ГИС.

2. Внедрение ПАКС и переход на цифровую рентгенодиагностику являются для ЛПУ экономически выгодными инвестициями в виду годовой экономии средств на рентгеновской плёнке, химических реактивах, содержании рентгеновского архива (около 3,19 млн. руб.).

3. В условиях пятнадцатилетней перспективы оптимальная модификация ПАКС является прибыльным объектом вложения денег.

4. Время получения цифрового снимка из электронного архива в среднем на 28 минут короче времени доставки плёночной рентгенограммы из привычного рентгеновского архива.

5. Пост-обработка изображений удлиняет время анализа рентгеновского снимка всего лишь на 1,5 минуты, но при этом достоверно повышает точность диагностики.

6. Большинство рентгенологов (83%) рентгеновского отделения Мариинской больницы используют пост-обработку рентгенограмм более чем в 70% случаев, применяя часто (до 90-100%) окно/уровень, увеличение, обострение изображения, незаслуженно редко – оптимизацию динамического диапазона.

Благодарности.

Автор данной работы благодарит персонал рентгеновского отделения Мариинской больницы, зав. отделом лучевой диагностики профессора Черемисина Владимира Максимовича, главного врача больницы Емельянова Олега Владиславовича за поддержку и помощь в выполнении исследования. Автор также благодарит врача-рентгенолога Дроздова Александра Андреевича за расчёты экономической целесообразности ПАКС.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1.Каперусов С.Ю., Коштрицкий А.В. История развития PACS-систем (система архивирования, передачи и визуализации медицинских диагностических изображений). Радиология-практика. 2008; 5: 46-58.
 2.Duerinckx A.J, Pisa E.J. Filmless Picture Archiving and Communication System (PACS) in Diagnostic Radiology. Reprinted in IEEE Computer Society Proceedings of PACS'82, order № 388. Proc SPIE. 1982; 318; 9-18.
 3.Камышанская И.Г., Элинсон А.М., Еникеева Д.А., Федотов А.В. PACS Компании «Электрон». Специальный выпуск 4 Алматинского радиологического форума «Инновационные диагностические технологии в медицине», г. Алматы, 14 июня, 2012г. Здоровье и болезнь. 2012; 3 (105): 35-45.
 4.Емельянов О.В., Щеглова Л.В., Черемисин В.М., Камышанская И.Г. Настоящее и будущее радиологической информационной системы Мариинской больницы. г. Санкт-Петербург, 6 сентября, 2012г. Труды Мариинской больницы. 2012; 9: 8-9.
 5.Don MacDonald, Doreen Neville Evaluating the Implementation of Picture Archiving and Communication Systems in Newfoundland and Labrador a Cost Benefit Analysis. Journal Digit Imaging. 2010; 23 (6): 721-731.
 6.Malathi Srinivasan, MD; Eric Liederman, MD, MPH; Noralyn Baluyot, MHA, Robert Jacoby, MD Saving Time, Improving Satis-

faction: The Impact of a Digital Radiology System on Physician Workflow and System Efficiency. Journal of Healthcare Information Management. 2019; 20 (2).
 7.H. Page McAdams, MD, Ehsan Samei, PhD, James Dobbins, PhD, Georgia D. Tourassi, PhD ,Carl E. Ravin, MD Recent Advances in Chest Radiography. Radiology. 2006; 241: 663-683.
 8.Koenker R. Improved conspicuity of key X-ray findings using advanced post-processing techniques: clinical examples. Medicamundi. 2005; 49 (3).
 9.Onken M.A. DICOM architecture for clinicians and researchers. Stud Health Technol Inform. 2012; 180: 539-543.
 10.Taira R.K., Stewart B.K., Sinha U. PACS database architecture and design. Comput Med Imaging Graph. 1991; 15 (3): 171-176.
 11.Tellis W.M., Andriole K.P. Finding the optimal picture archiving and communication system (PACS) architecture: a comparison of three PACS designs. Journal Digit Imaging. 2001; 14 (2): 72-76.
 12.Keith J. Dreyer, Amit Mehta, and James H. Thrall PACS: a Guide to the Digital Revolution. Springer. 2006; 579.
 13.Виленский П.А., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика. Москва, Дело, 2008. 1104 с.

References:

1.Kaperusov S.Yu., Kostritskiy A.V. History of PACS-systems (archiving system, transmission and visualization of medical diagnostic images) Russian journal. 2008; 5: 46-58 (in Russian).
 2.Duerinckx A.J, Pisa E.J. Filmless Picture Archiving and Communication System (PACS) in Diagnostic Radiology. Reprinted in

IEEE Computer Society Proceedings of PACS '82, order № 388. Proc SPIE. 1982; 318; 9-18.
 3.Kamyshanskaya I.G., Elinson A.M., Enikeeva D.A., Fedotov A.V. PACS Company «Electron». Special Issue 4 Radiological Almaty Forum "Innovative Diagnostic Technologies in Medicine".

Health and Disease. 2012; 3 (105): 35-45 (in Kazakh).

4. Emel'yanov O.V., Shcheglova L.V., Cheremisin V.M., Kamysanskaya I.G. The present and future radiological Mariinsky Hospital Information System. *Proceedings of the Mariinsky Hospital*. 2012; 9: 8-9 (in Russian).

5. MacDonald D., Neville D. Evaluating the Implementation of Picture Archiving and Communication Systems in Newfoundland and Labrador a Cost Benefit Analysis. *Journal Digit Imaging*. 2010; 23 (6): 721-731.

6. Srinivasan M., Liederman E., Baluyot N., Jacoby R. Saving Time, Improving Satisfaction: The Impact of a Digital Radiology System on Physician Workflow and System Efficiency. *Journal of Healthcare Information Management*. 2019; 20 (2).

7. McAdams H. P., Samei E., Dobbins J., Tourassi G.D., Ravin C.E. Recent Advances in Chest Radiography. *Radiology*. 2006; 241: 663-683.

8. Koenker R. Improved conspicuity of key X-ray findings using

advanced post-processing techniques: clinical examples. *Medicamundi*. 2005; 49 (3).

9. Onken M.A. DICOM architecture for clinicians and researchers. *Stud Health Technol Inform*. 2012; 180: 539-543.

10. Taira R.K., Stewart B.K., Sinha U. PACS database architecture and design. *Comput Med Imaging Graph*. 1991; 15 (3): 171-176.

11. Tellis W.M., Andriole K.P. Finding the optimal picture archiving and communication system (PACS) architecture: a comparison of three PACS designs. *Journal Digit Imaging*. 2001; 14 (2): 72-76.

12. Keith J. Dreyer, Amit Mehta, and James H. Thrall PACS: a Guide to the Digital Revolution. Springer. 2006; 579.

13. Vilenskiy P.L., Livshits V.N., Smolyak S.A. Evaluating the effectiveness of investment projects. *Theory and practice*. Moscow, Delo, 2008. 1104 p. (in Russian).

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО РЕНТГЕНО- ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Профессор Зеликман Михаил Израилевич

Как создать условия для надежной и эффективной эксплуатации высокотехнологичного рентгенодиагностического оборудования? Каковы особенности обеспечения качества цифровых систем по сравнению с традиционными (использующими рентгеновские приемники на основе комбинации усиливающий экран - пленка или усилителя рентгеновского изображения с аналоговым телевизионным трактом)? Что такое обобщенные характеристики качества формирования изображений? На эти и другие вопросы дает ответ сегодняшний мастер-класс.

Ключевые слова: обеспечение качества, испытания, цифровой приемник рентгеновского изображения, квантовая эффективность регистрации, функция передачи модуляции, КТ.

ГБОУ ДПО
«Российская
медицинская
академия
последипломного
образования
Минздрава России».
г. Москва, Россия.

QUALITY ASSURANCE OF HIGH-TECH X-RAY DIAGNOSTIC EQUIPMENT IN THE CONDITION OF USE

Professor Zelikman Mikhail Izrailevich

Нow to create conditions for reliable and efficient operation of high-tech x-ray equipment? What are the features of quality assurance of digital systems compared to traditional (using the x-ray receivers based on a combination of amplifying screen – film or amplifier of x-ray image with analog television tract)? What are the generalized characteristics of quality of imaging creation? To these and other questions gives the answer today's master class.

Keywords: quality assurance, tests, digital X-ray detector, detective quantum efficiency, modulation transfer function, CT.

Russian medical
academy postgraduate
education.
Moscow, Russia.

Для просмотра мастер-класса перейдите на сайт:
https://rejr.ru/twenty-third_nomer/master-class

Профессор, д.т.н.,
 ГБОУ ДПО «Российская медицинская академия
 последипломного образования Минздрава России», Кафедра рентгенологии и
 радиологии.

**Мастер-класс. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО РЕНТГЕНО-
 ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Для запуска презентации нажмите на любое место в области презентации, чтобы она загрузилась (если Вы просматриваете журнал в окне браузера, то вначале сохраните журнал к себе на компьютер и откройте его с локального диска, иначе презентация не пойдет).

- 1) Используйте кнопки влево и вправо в левом нижнем углу страницы для перемещения по слайдам.
- 2) Каждая презентация сопровождается текстовым или звуковым комментарием автора. Включите в верхнем левом углу третью вкладку – ЗАМЕТКИ. Следите за текстом автора при переключении презентации на новый слайд. Если презентация сопровождается звуком, то отрегулируйте уровень звука, нажав на иконку динамика.
- 3) Чтобы включить полноэкранный просмотр презентации достаточно нажать левой кнопкой мыши на правую нижнюю клавишу перехода в полноэкранный режим.

Если у Вас не отображается мастер-класс – установите Adobe Flash Player:

<http://get.adobe.com/ru/flashplayer/>



Внимание! Презентация защищена авторскими правами. Полное или частичное копирование материала запрещено, без предварительного согласия авторов.

SPLEEN VOLUME EVOLUTION IN COURSE OF ACTH-ECTOPIC SYNDROME DUE TO PANCREATIC NEUROENDOCRINE TUMOR LIVER METASTASES. A CASE REPORT AND LITERATURE REVIEW

Shorikov M.A., Sergeeva O.N., Virshke E.R., Panov V.O., Dolgushin B.I.

Purpose. The paper is based on a seven-year surveillance of the patient showing ectopic adrenocorticotrophic hormone (ACTH) syndrome.

Materials and methods. A female 49-year old patient underwent pancreaticoduodenectomy for pancreatic head neuroendocrine tumor (NET) with synchronous liver metastases in 2009. Over time the metastatic lesions were gradually enlarging and conventional transarterial chemoembolization (cTACE) was performed twice: on December 2012 and on March 2014 in "on demand" regimen. Since 2013 the patient developed clinical signs suspicious for hypercortisolism but the elevated serum cortisol and ACTH levels were registered only on May 2015. ACTH production was proven to be ectopic by dexamethasone suppression test and it was a quite rare finding in a pancreatic NET. At the same time the spleen volume on MRI was evaluated as 126 cm³ which was almost two times lower than in 2009 (231 cm³).

Results. With regard to occasional papers which mentioned cTACE as a method for hypercortisolism abatement the third cTACE was performed on June 2015. It resulted in tumor destruction, normalization of cortisol and ACTH levels and restoration of the spleen size, ongoing up to the date (12 months after the procedure). The retrospective MRI-based spleen volumetry demonstrated reduction of the spleen volume overall, and its increase in a period 1.5-12.0 months after each cTACE ($r^2=0.5$, $p<0.006$). The spleen volume also correlated with ACTH levels ($p<0.0001$). Thought a remarkable spleen weight decrease after prolonged dexamethasone treatment has been shown on rodent models, PubMed search revealed no previous clinical reports focusing on splenic volume evolution depending on glucocorticoid levels.

Conclusions. The presented case makes us hypothesize that the consistent pattern similar to that in the animal studies is also present in humans and, thus, microsplenism in cancer patients may serve as an indirect visualization sign of the ectopic ACTH production.

Keywords: spleen, neuroendocrine tumors, chemoembolization, ACTH-ectopic syndrome, MRI, volumetry.

Corresponding author: Shorikov M.A., mshorikov@gmail.com

For citation: Shorikov M.A., Sergeeva O.N., Virshke E.R., Panov V.O., Dolgushin B.I. Spleen volume evolution in course of ACTH-ectopic syndrome due to pancreatic neuroendocrine tumor liver metastases. A case report and literature review. REJR. 2016; 6 (3):108-116. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-108-116.

Received: 29.06.2016

Accepted: 13.07.2016

N.N. Blokhin Russian Cancer Research Center, Research Institute of Clinical and Experimental Radiology, Moscow, Russia.

ДИНАМИЧЕСКОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ОБЪЕМА СЕЛЕЗЕНКИ ПРИ АКТГ-ЭКТОПИРОВАННОМ СИНДРОМЕ, ОБУСЛОВЛЕННОМ МЕТАСТАЗАМИ НЕЙРОЭНДОКРИННОЙ ОПУХОЛИ ГОЛОВКИ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ В ПЕЧЕНИ

Шори́ков М.А., Серге́ева О.Н., Ви́ршке Э.Р., Па́нов В.О., Долгу́шин Б.И.

Резюме. Работа основана на данных семилетнего динамического наблюдения за пациенткой, страдающей АКТГ-эктопированным синдромом.

Материалы и методы. В 2009 году больная в возрасте 49 лет перенесла панкреатодуоденальную резекцию по поводу нейроэндокринной опухоли (НЭО) головки поджелудочной железы с синхронными метастазами в печени. В дальнейшем отмечался рост метастатических очагов, в связи с чем в декабре 2012 года и марте 2014 года были проведены два сеанса масляной трансартериальной химиоэмболизации (ТАХЭ) печени в режиме “on demand”. С 2013 года у больной наблюдались отдельные клинические проявления гиперкортицизма, однако повышение уровня кортизола и АКТГ (адренкортикотропного гормона) в сыворотке крови было установлено лабораторно лишь в мае 2015 года. Дексаметазоновые пробы свидетельствовали в пользу наличия эктопического источника секреции АКТГ, что является довольно редкой находкой при НЭО поджелудочной железы. При проведенной тогда же МРТ-волюмометрии объем селезенки составил всего 126 см³, т.е. был почти в 2 раза меньше, чем при исходном исследовании от 2009 года (231 см³).

Результаты. С учетом единичных упоминаний в литературе о ТАХЭ как о способе уменьшения проявлений гиперкортицизма, в июне 2015 года был проведен третий сеанс ТАХЭ печени. В результате вмешательства опухолевые узлы подверглись деструкции, было отмечено восстановление объема селезенки и нормализация уровней кортизола и АКТГ, сохраняющиеся на момент написания статьи (12 месяцев после интервенционного вмешательства). Ретроспективная МРТ-волюмометрия выявила общую тенденцию к уменьшению объема селезенки с течением времени при его увеличении в сроки от 1,5 до 12,0 месяцев после каждого сеанса ТАХЭ печени ($r^2=0.5$, $p<0.006$). Объем селезенки также коррелировал с уровнем АКТГ ($p<0.0001$). Хотя в экспериментах на животных было показано, что у мышей и крыс после длительного систематического воздействия дексаметазона отмечалось значительное уменьшение массы селезенки, клинических исследований, направленных на изучение аналогичной взаимосвязи, в медицинской базе PubMed нам обнаружить не удалось.

Выводы. Представленный случай позволяет предположить, что зависимость, сходная с описанной в лабораторных исследованиях, существует и у людей, а, следовательно, уменьшение селезенки при опухолевом поражении может быть косвенным визуализационным признаком наличия эктопической продукции АКТГ.

Ключевые слова: селезенка, нейроэндокринные опухоли, химиоэмболизация, АКТГ-эктопированный синдром, МРТ, волюмометрия.

Контактный автор: Шори́ков М.А., mshorikov@gmail.com

Для цитирования: Шори́ков М.А., Серге́ева О.Н., Ви́ршке Э.Р., Па́нов В.О., Долгу́шин Б.И. Динамическое изменение объема селезенки при актг-эктопированном синдроме, обусловленном метастазами нейро-эндокринной опухоли головки поджелудочной железы в печени. REJR. 2016; 6 (3):108-116. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-108-116.

Статья получена: 29.06.2016

Статья принята: 13.07.2016

I ntroduction.
The elevated plasma glucocorticoid levels, as it has been shown in animal studies, lead to a statistically significant (two- to threefold) spleen volume reduction due to both apoptosis of cells

within the follicles and sinusoid thrombosis [1, 2]. In humans, hypercortisolism is caused by a large variety of reasons, e.g., glucocorticoid therapy, a hypophysis microadenoma, an adrenal cortex hyperplasia, an ACTH-ectopic syndrome, etc.

ФГБУ «Российский онкологический научный центр имени Н.Н. Блохина» Минздрава России. Научно-Исследовательский Институт Клинической и Экспериментальной Радиологии. г. Москва, Россия.

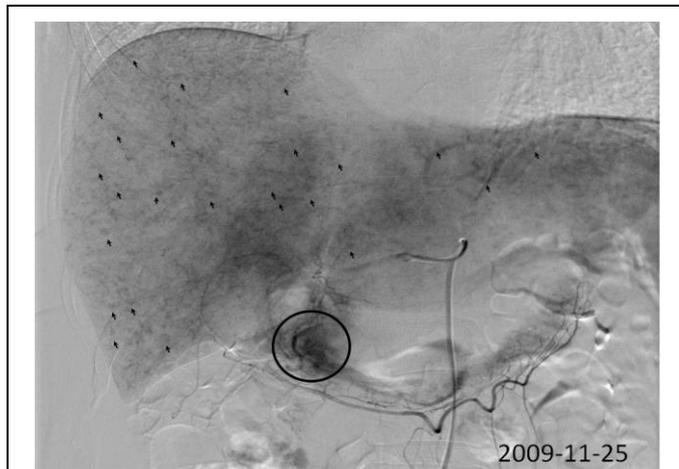


Fig. 1.

Fig. 1. Coeliacography (25.11.2009).

The black circle encompasses a pancreatic head NET, arrows point to miliary liver metastases.

[3]. Though it is not an uncommon condition in medical practice, we surprisingly found a lack of clinical reports describing the splenic changes in these diseases. Personally observing a rare case of ACTH-secreting liver metastases of a pancreatic head NET for 7 years we obtained 18 MRI-studies, which provided a basis to explore the connection between the tumor burden, hormone levels, treatment results and the spleen volume.

A case report.

A female 49 year old patient underwent pancreaticoduodenectomy for pancreatic head NET with multiple miliary liver metastases in 2009 (fig. 1). The pathologist diagnosis was a low grade NET (Grade 2, Mib-1 less than 7%). During the period since 2010 till 2012 the patient was treated with systemic chemotherapy including capecitabine, oxaliplatin and gemcitabine-based regimens. Follow-up abdominal MRI on 01.11.2012 demonstrated measurable metastases varying from 1.0 to 1.6 cm in the greatest dimension within the parenchyma of the Ist and the IVth liver segments along with the previously revealed miliary lesion (fig. 2).

On 19.21.2012 the patient underwent cTACE (lipiodol 7 ml + doxorubicin 70 mg). The partial response was registered. On 04.03.2014 an additional cTACE (lipiodol 8 ml + doxorubicin 80 mg) was performed in “on demand” regimen (i.e., when more than 25% tumor re-growth was identified).

Though the patient demonstrated excessive pigmentation and stretchmarks highly suspicious for hypercortisolism since 2013, a lab testing failed to reveal elevated serum cortisol and ACTH levels. The patient was diagnosed with ACTH overproduction only on May 2015 when she developed a full-scale clinical picture of Cushing syndrome, con-

sisting in a moon face, a “buffalo hump”, a diffuse alopecia with a genian hypertrichosis, a lower limb swelling, a muscle weakness and a refractory arterial hypertension. Diagnostic work-up revealed steroid diabetes, prominent hypokalemia, elevated plasma ACTH 321.5 pg/ml (normal range 7.2 - 63.3 pg/ml) and cortisol – 53.5 pg/ml (normal range 6.2 - 19.4 pg/ml); elevated free urine cortisol 4016 nmol per 24 hours (normal range 138.0 - 524.4 nmol per 24 hours). MRI of the pituitary gland didn't show any clear evidence of adenoma. The dexamethasone suppression test confirmed ectopic source of ACTH production.

The third cTACE (lipiodol 7 ml + oxaliplatin 70 mg) was performed a month later (fig. 3). After the third cTACE, the patient developed a rapidly progressive symptomatic response, including resolution of lower limb swelling, transient myalgia and diarrhea most likely due to plasma potassium recovery on the 2nd-3rd post-procedural days. One month later she showed the normal arterial pressure, the disappearance of the moon face and the “buffalo hump”, the adequate muscle strength; and several months later less pigmentation and no genian hypertrichosis were evident. She is in a good condition a year later at the moment of the publication.

The disease course was followed by 18 abdominal MRI since 2009 till 2016. ACTH and cortisol levels were regularly measured only from May 2015 after the diagnosis of ACTH-ectopic syndrome had been established to the date. The tumor burden was evaluated by the quantity and the linear sizes of metastatic lesions on T2-weighted axial images (1.5 T, TR varied 3600-7000, TE varied 82-107, slice thickness varied 6-7 mm, periodically rotated overlapping parallel lines with enhanced reconstruction (PROPELLER) technique was used).

Due to a slow pattern of the metastatic growth we compared MRI studies performed at wide time intervals for better lesion size estimation. Surprisingly we caught sight of prominent splenic volume changes over time. We quantified our observation with the retrospective spleen volumetry using the same type of images by measuring surface of the spleen on each slice, adding them together and multiplying by slice thickness. It was an intriguing fact that the spleen volume changed almost twofold (1.83 times) in the course of the disease from 231 cm³ in 2009 to 126 cm³ in 2015 (fig. 4). That made us guess what the reason behind it is. In published papers [4-13] we found possible causes of the spleen volume reduction, they mostly include conditions with hyposplenism such as autoimmune diseases, immunosuppression (including immunosuppression after transplantation), hematologic diseases, splenic circulation disorders, celiac disease. All the conditions except the two latter were ruled out by an

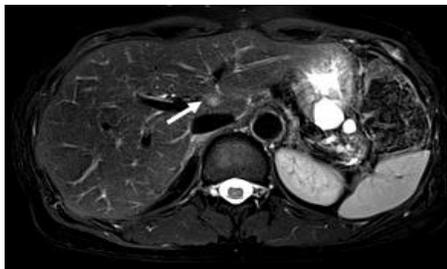


Fig. 2,a.

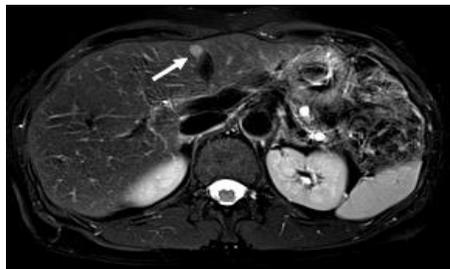


Fig. 2,b.

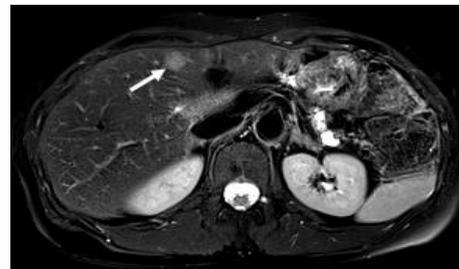


Fig. 2,c.

Fig. 2. MRI, fat saturated, T2-WI, periodically rotated overlapping parallel lines with enhanced reconstruction (01.11.2012).

Demonstrated metastases varying from 1.0 to 1.6 cm in the greatest dimension within the parenchyma of the I st (a) and the IVth (b, c) liver segments (arrows).

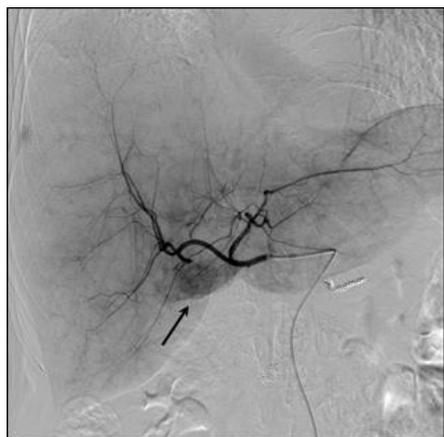


Fig. 3,a.

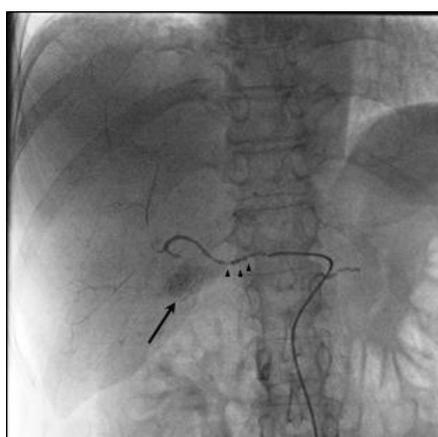


Fig. 3,b.

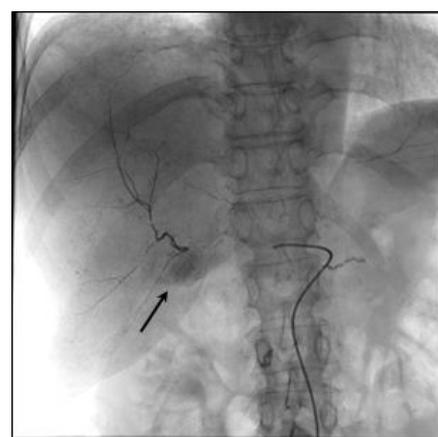


Fig. 3,c.

Fig. 3. cTACE (02.06.2015).

a – Hepaticarteriography demonstrating the largest hypervascular lesion in the IVth liver segment (arrow);
b – Intraarterial injection of lipiodol with oxaliplatin (iodized oil drops are pointed by arrow heads) predominantly accumulated by metastatic lesion (arrow);
c – Post-procedural upper abdominal survey radiography showing tumoral accumulation of the iodized oil (arrow).

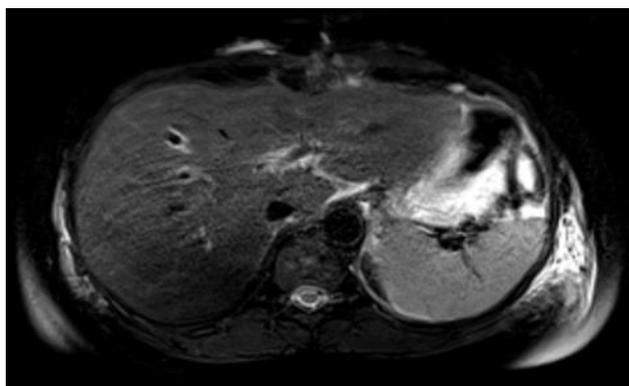


Fig. 4,a.

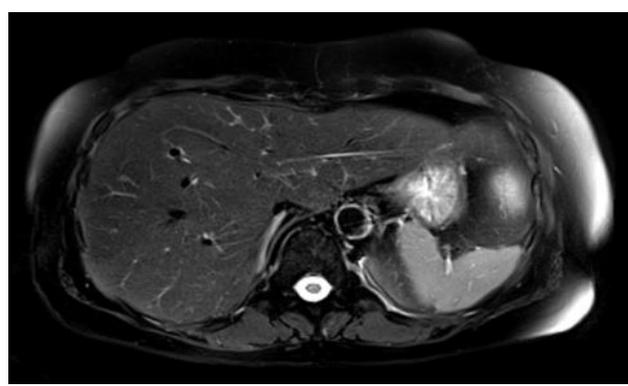


Fig. 4,b.

Fig. 4. MRI, fat saturated, T2-WI, periodically rotated overlapping parallel lines with enhanced reconstruction.

a - Comparison of the spleen size at the level of the hilus in 2009, adding them together and multiplying by slice thickness were 231 cm³;
b - On the corresponding splenic volumes evaluated by measuring surface of spleen on each slice in 2015, adding them together and multiplying by slice thickness were 126 cm³.

amnesic data. The angiographic images performed on June 2015 revealed no evidence of the splenic circulation disorders (fig. 5).

The celiac disease was a likely diagnosis due to the presence of several symptoms: diarrhea, steatosis, dermatitis herpetiformis, diffuse alopecia, swelling of the lower extremities, osteoporosis, muscle weakness, weight loss, and anemia (all of these can also occur in Cushing syndrome patients). Nevertheless, either serological (IgA – 1.07 g/l (normal range 0.4-3.5, antibodies to tissue transglutaminase: IgG – 0 relative units/ml (normal value <2.0), IgA – 1.93 relative units/l (normal value <20), antibodies to endomysium (IgA) – <1:5 (normal value <1:5) or pathologist finding (histologic changes consistent with erosive enteritis, no evidence of celiac disease) exclude the celiac disease.

After the exclusion of the most probable non-neoplastic spleen reduction reasons we tried to find out if there's any connection between the tumor burden, hormone levels and the spleen size. The tumor response in consequence of the third cTACE is presented on the MRI performed before and after the procedure (fig. 6): the biggest metastasis within the IVth liver segment became hardly visible in December on T2WI. It was evident that the spleen size increased at the same time.

We also plotted changes of the spleen volume against relative (normalized to a mean of a normal range in each particular study) ACTH and cortisol levels (fig. 7): return of the hormone values into the normal range was accompanied by the spleen volume restoration from 126 cm³ to 192 cm³ (6 months period). Then after 9 months the volume was estimated as 178 cm³, after 12 months as 180 cm³.

Log-linear regression analysis showed that during the period since the last cTACE till June 2016 relative ACTH level was connected to the

spleen volume as:

$$\text{Relative ACTH} = \exp(6.22841 - 0.03380 \cdot \text{Spleen volume, cm}^3), p < 0.0001;$$

No connection to cortisol levels was found for the spleen volume ($p > 0.05$), levels of cortisol and ACTH were connected to each other as expected ($p < 0.0001$).

Despite the fact that the study was limited by an unavailability of regular hormone measurements throughout the whole period of the surveillance the results of the volumetry might suggest the connection between cTACE response hormone levels and the spleen size. The retrospective spleen volumetry showed the spleen enlargement after each cTACE. It was confirmed by statistical analysis: the volume was significantly higher in a period 1.5-12.0 months after each cTACE with an overall volume reduction tendency (fig. 8 (a, b), regression analysis: $r^2 = 0.504$, $p < 0.006$). The similar effect was observed after chemotherapy but due to only single measurement wasn't statistically analyzed and confirmed for this type of treatment (fig. 8 a).

Discussion and literature review.

The normal size of the spleen is 198 ± 88 cm³ (20-90 years old volunteers) and it has a peak value at the age of 50-60 and is evaluated in the same work as 221 ± 95 cm³ [14]. Henderson J.M., et al. reported the size of the spleen in healthy volunteers group was 219 ± 76 cm³ and varied 6-10% on different studies of the same person [15]. The measurements in these works were performed on CT-images and used the same method of the volume evaluation as we did. So, our patient's spleen volume decreased way below the mean of norm and at the very least to the minimum border of it. It changed by 83% during 2009-2015 period, which considerably exceeded normal physiological fluctuation.

The published papers on the topic of the spleen size mostly discuss splenomegaly (spleen

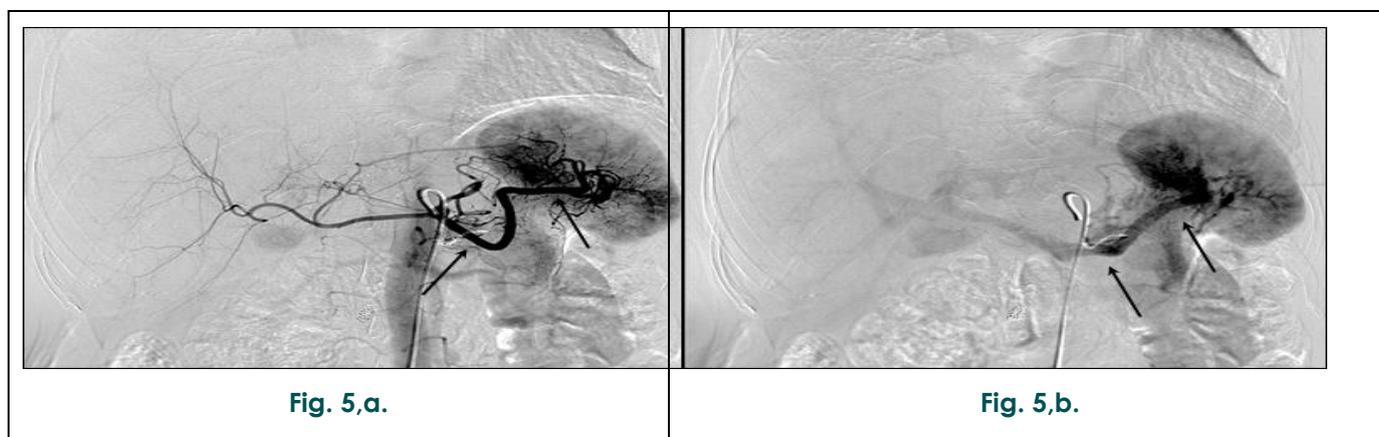


Fig. 5. a – Coeliacography. b - Arterial splenoportography.
Demonstrating unremarkable splenic artery and vein (arrows).

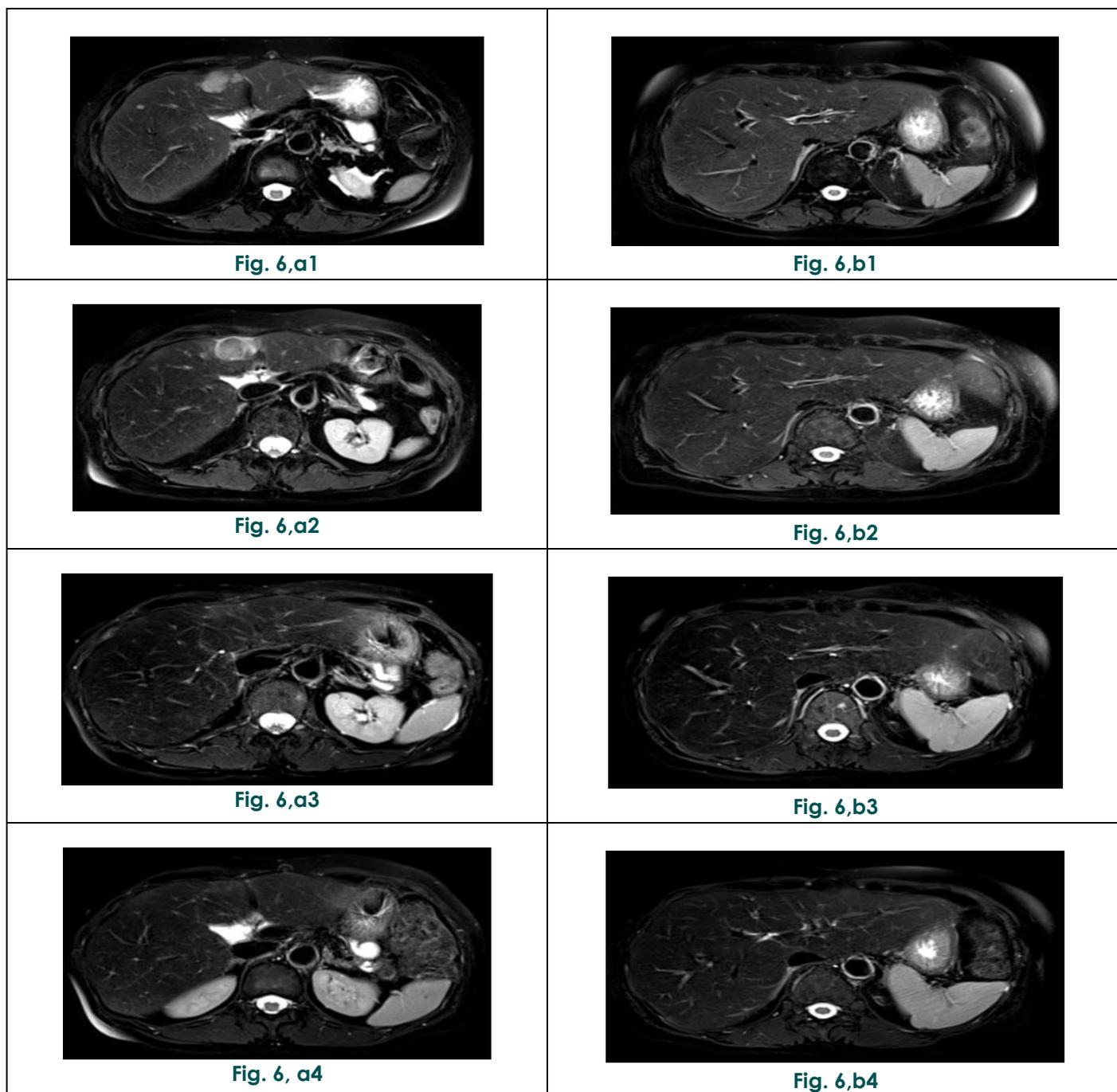


Fig. 6. MRI, fat saturated, T2-WI, periodically rotated overlapping parallel lines with enhanced reconstruction.

Reduction of tumor burden after c TACE accompanied by restoration of the spleen volume.

a - The largest metastasis within the IVth liver segment before cTACE (1 - May); post-TACE inflammatory changes 1 month later (2 - July); metastasis size reduction 6 (3- October) and 9 months (4- December) after cTACE.

b - Spleen at the level of the hilus before cTACE (1 - May, 126 cm³); 1 (2 - July, 128 cm³), 6 (3- October, 186 cm³) and 9 months (4- December, 192 cm³) after cTACE.

volume increase) with or without concomitant hypersplenism (overfunctioning), splenic hypotrophy is mentioned way less. Similar to splenomegaly and hypersplenism, microsplenism (spleen size reduction) and hyposplenism (diminished activity) are to be distinguished. This case study was limited by the incapability of the retrospective spleen function estimation, so we had to settle for spleen volumetry.

As it was quoted above the possible causes of the spleen volume reduction are autoimmune diseases, immunosuppression (including immunosuppression after transplantation), hematologic diseases, splenic circulation disorders, and celiac disease [4-13]. Some of them may first lead to splenomegaly followed by microsplenism and hyposplenism then. All of these conditions were ruled out in our case.

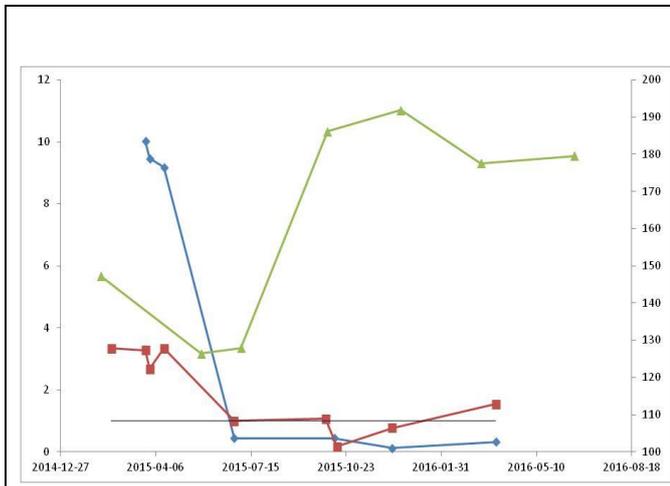


Fig. 7.

Fig. 7. ACTH (blue) and cortisol (red) relative levels plotted against the spleen volume (green), cTACE is marked by an arrow. Hormone levels decreased and the spleen volume restored after cTACE. Y left – relative hormone levels (1 is a norm), Y right – the spleen volume, X – date.

Log-linear regression analysis showed that during the period since the last cTACE till June 2016 relative ACTH level was connected to the spleen volume as:

$$\text{Relative ACTH} = \exp(6.22841 - 0.03380 * \text{Spleen volume, cm}^3), p < 0.0001;$$

No connection to cortisol levels was found for the spleen volume ($p > 0.05$), levels of cortisol and ACTH were connected to each other as expected ($p < 0.0001$).

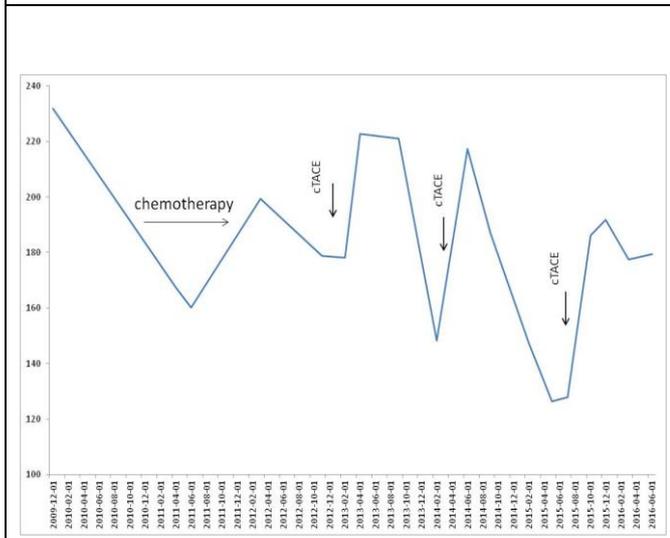


Fig. 8.a.

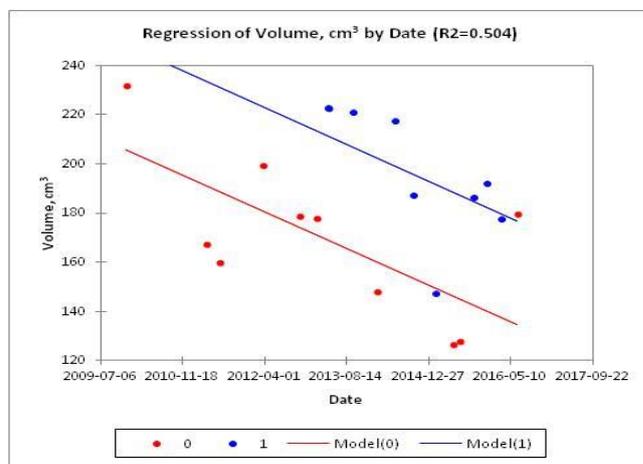


Fig. 8.b.

Fig. 8.

The spleen volume: a – Y – the spleen volume, cm³, X – date, arrows mark different types of treatment; b - Y - the spleen volume, cm³, X – date, 1 – the spleen volume during the period 1.5-12.0 months after cTACE, 0 – the spleen volume outside that period, the overall tendency of the volume reduction and its increase after cTACE are statistically significant ($r^2=0.504, p < 0.006$).

Previous publications didn't account human spleen volume reduction in relation to the elevated glucocorticoid levels with two exceptions: a case of glucocorticoid treated thrombocytopenic purpura [16] in which the strong connection is questionable and in a case of transplantation (mostly renal) but even here the spleen volume decrease is probably caused by mTOR inhibition effects [5].

In animals it was shown that glucocorticoid levels do reduce the spleen size. In rat experiments [1] the spleen weight decreased after dexamethasone treatment threefold in young animals and twofold in aged animals. Only in aged animal group the spleen fully restored after rehabilitation

period. All the differences were statistically significant ($p < 0.05$). In another study performed on mice the similar results occurred: the spleen decreased after glucocorticoid treatment [2]. The histological findings demonstrated that the spleen size reduction was a result of both apoptosis of cells within the follicles and sinusoid thrombosis.

In humans the chronic cortisol overproduction causes Cushing's syndrome. It is a relatively rare (2-3/1000000/year) disorder characterized by a number of typical clinical signs such as rapid weight gain, central obesity, "buffalo hump", "moon face", excess sweating, dilation of capillaries, thinning of the skin and mucous membranes, purple or red striae on the trunk, buttocks, arms,

legs, or breasts, proximal muscle weakness, hirsutism, baldness or brittle hair, hypocalcemia [3, 17]. It may lead to systemic complications resulted in a significant morbidity, an impaired life quality, and an increased mortality when cortisol levels are not controlled [18]. In most cases (80%) Cushing's syndrome is ACTH-dependent [17, 19]. ACTH is produced by either a pituitary gland adenoma or a variety of malignancies, predominantly of neuroendocrine origin (bronchial, thymic, or pancreatic NETs), and also small cell lung carcinoma, pheochromocytoma, medullary carcinoma of the thyroid and prostate carcinoma. Hypercortisolism due to tumor ACTH secretion is distinguished as ACTH-ectopic syndrome as it was in the presented case of the patient with pancreatic NET liver metastases.

ACTH-ectopic syndrome is an infrequent condition in NET patients. The analysis of a 20-year large tertiary-care center experience revealed only 29 ACTH-secreting tumors, including 9 pancreatic only, among 918 NETs [18]. The overall pancreatic NETs frequency is estimated as 1-2/100000 cases. Hence pancreatic ACTH-secreting NETs are especially rare. There are only 135 cases to this day published in English since 1946 [20]. It is also hard to say at what stage of the disease and why exactly the syndrome occurs: in most cases it is easily diagnosed at the same time as the tumor, but there're cases when clinical picture and increased hormone levels are observed only 9-54 months after [18]. Liver metastases are seen in 75% of cases.

The 5-year survival rate of ACTH-secreting NETs of different organs and organ systems was statistically significantly lower ($p < 0.013$) than other types of NETs [18].

A 5-year survival rate is only 35% in patients with ACTH-secreting pancreatic NETs compared to 97% of patients with insulinomas, 72% with gastrinomas, 75.2% with somatostatinomas, and 80% with nonfunctioning PanNETs. A 10 year survival rates are 16% for ACTH-secreting pancreatic NETs and 86% of patients for insulinomas, 59% for gastrinomas, and 67% for nonfunctioning PanNETs [20].

Taking all of the above into account we can

conclude that ACTH-secreting NETs and especially pancreatic ones are understudied while being more dangerous than NETs of other kind.

Conservative management of ACTH-ectopic syndrome aims to break a link between ACTH and effector organs on different levels. To that end inhibitors of adrenal cortical function (ketokonazol) and steroid production (metyrapone), glucocorticoid antagonists (mifepristone), adrenolitics (mitotane), somatostatin analogs (octreotide acetate) are used. Nevertheless, drug therapy often demonstrates low efficiency; adrenalectomy is required in 75% of the patients [18].

Pubmed search revealed only two cases of cTACE performed for pancreatic NET-related Cushing's syndrome abatement purpose.

In one of the cases [21] a 64-year old woman was diagnosed with initially asymptomatic pancreatic head tumor. Six years later she developed Cushing syndrome and the liver metastases were identified on CT-scan. The patient wasn't suitable for curative surgery and thus was treated with multiple cTACEs and octreotide therapy. She was alive without hypercortisolism signs 20 months later.

In the second case [22] a 71-year old man got the same treatment but it was ineffective and adrenalectomy was performed, after which the patient died because of complications.

The splenic volume changes weren't assessed in the mentioned papers.

So, the presented case is described in three "rare": rare disease (ACTH-producing liver metastases of pancreatic NET), rare visualization finding (spleen evolution depending on ACTH levels) and rare management (successful cTACE for abatement of Cushing syndrome).

The scaling-down splenic evolution was previously regarded as a visualization sign of unknown significance. The consistent pattern of connection between glucocorticoid levels and spleen volume changes in the presented case appears similar to that in animal studies [1, 2]. Thus, we suppose that microsplenism may hint at hypercortisolism if other possible causes are excluded. Nevertheless, further studies are required to confirm our hypothesis.

References:

- Orzechowski A., Ostaszewski P., Wilczak J., Jank M., Bałasińska B., Waręski P. et al. Rats with a Glucocorticoid-Induced Catabolic State Show Symptoms of Oxidative Stress and Spleen Atrophy: The Effects of Age and Recovery. *Journal of Veterinary Medicine Series A*. 2002; 49 (5): 256-63.
- Rungruang T., Chaweeborisuit P., Klosek S.K. Effect of malaria infection and dexamethasone on spleen morphology and histology. *The Southeast Asian journal of tropical medicine and public health*. 2010 ; 41 (6): 1290-6.
- Chabre O. *Syndromes de Cushing : physiopathologie, étiologie et principes thérapeutiques*. La Presse Médicale. 2014 4; 43 (4/1): 376-92.
- Al-Eid M.A., Tutschka P.J., Wagner H.N. Jr., Santos G.W., Tsan M.F. Functional asplenia in patients with chronic graft-versus-host disease: concise communication. *Journal of nuclear medicine : official publication, Society of Nuclear Medicine*. 1983; 24 (12): 1123-6.
- Araujo N.C., Sampaio Goncalves de Lucena S.B., da Silveira Rioja S. Effect of rapamycin on spleen size in longstanding renal transplant recipients. *Transplantation proceedings*. 2014; 46

- (5):1319-23.
6. Atkinson K., Storb R., Prentice R.L., Weiden P.L., Witherspoon R.P., Sullivan K. et al. Analysis of late infections in 89 long-term survivors of bone marrow transplantation. *Blood*. 1979; 53 (4): 720-31.
7. Brousse V., Buffet P., Rees D. The spleen and sickle cell disease: the sick(led) spleen. *British Journal of Haematology*. 2014; 166 (2): 165-76.
8. Chikamori F., Nishida S., Selvaggi G., Tryphonopoulos P., Moon J.I., Levi D.M. et al. Effect of liver transplantation on spleen size, collateral veins, and platelet counts. *World journal of surgery*. 2010; 34 (2): 320-6.
9. Ferguson A., Hutton M., Maxwell J.D., Murray D. Adult coeliac disease in hyposplenic patients. *The Lancet*. 1970; 295 (7639): 163-4.
10. Halfdanarson T.R., Litzow M.R., Murray J.A. Hematological manifestations of celiac disease. *Blood*. 2007; 109 (2): 412-21.
11. Santos N., Silva R., Rodrigues J., Torres-Costa J. Sjogren's syndrome and acquired splenic atrophy with septic shock: a case report. *Journal of medical case reports*. 2014; 8:10.
12. William B.M., Corazza G.R. Hyposplenism: A comprehensive review. Part I: Basic concepts and causes. *Hematology*. 2007; 12 (1): 1-13.
13. William B.M., Thawani N., Sae-Tia S., Corazza G.R. Hyposplenism: A comprehensive review. Part II: Clinical manifestations, diagnosis, and management. *Hematology*. 2007; 12 (2): 89-98.
14. Caglar V., Alkoc O.A., Uygur R., Serdaroglu O., Ozen O.A. Determination of normal splenic volume in relation to age, gender and body habitus: a stereological study on computed tomography. *Folia morphologica*. 2014; 73 (3): 331-8.
15. Henderson J.M., Heymsfield S.B., Horowitz J., Kutner M.H. Measurement of liver and spleen volume by computed tomography. Assessment of reproducibility and changes found following a selective distal splenorenal shunt. *Radiology*. 1981; 141 (2): 525-7.
16. Dekker P.T., Propp R.P. Functional asplenia in idiopathic thrombocytopenic purpura. *New York state journal of medicine*. 1977; 77 (14): 2282-5.
17. Lacroix A., Feelders R.A., Stratakis C.A., Nieman L.K. Cushing's syndrome. *Lancet (London, England)*. 2015 29; 386 (9996): 913-27.
18. Kamp K., Alwani R.A., Korpershoek E., Franssen G.J., de Herder W.W., Feelders R.A. Prevalence and clinical features of the ectopic ACTH syndrome in patients with gastroenteropancreatic and thoracic neuroendocrine tumors. *European journal of endocrinology European Federation of Endocrine Societies*. 2016; 174 (3): 271-80.
19. de Herder W.W., Krenning E.P., Malchoff C.D., Hofland L.J., Reubi J.C., Kwekkeboom D.J. et al. Somatostatin receptor scintigraphy: its value in tumor localization in patients with Cushing's syndrome caused by ectopic corticotropin or corticotropin-releasing hormone secretion. *The American journal of medicine*. 1994; 96 (4): 305-12.
20. Maragliano R., Vanoli A., Albarello L., Milione M., Basturk O., Klimstra D.S. et al. ACTH-secreting Pancreatic Neoplasms Associated With Cushing Syndrome: Clinicopathologic Study of 11 Cases and Review of the Literature. *The American Journal of Surgical Pathology*. 2015; 39 (3): 374-82.
21. Kondo T., Matsuyama R., Ashihara H., Matsuo Y., Sasaki K., Goto R. et al. A Case of Ectopic Adrenocorticotrophic Hormone-producing Pancreatic Neuroendocrine Tumor with Multiple Liver Metastases. *Endocrine Journal*. 2010; 57 (3): 229-36.
22. Vaduganathan M., Nagarur A., Kerr D.A., Lauter K.B., Padmanabhan A., Raghavan S. et al. Metastatic pancreatic neuroendocrine tumor with ectopic adrenocorticotrophic hormone production. *Proceedings (Baylor University Medical Center)*. 2015; 28 (1): 46-9.

КОМБИНАЦИЯ НЕИНВАЗИВНЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДИК В ДИАГНОСТИКЕ НЕКОМПАКТНОГО МИОКАРДА ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА У БЕРЕМЕННЫХ

Дорошенко Д.А.^{1,2}, Принц Г.Д.¹, Лебедева А.Ю.^{1,2}, Кондрашова Е.А.¹,
Зубарев А.А.², Никольский С.Е.³

Цель. Представить редкие клинические наблюдения – некомпактный миокард левого желудочка (НМЛЖ) у беременных и показать алгоритм неинвазивной инструментальной диагностики, дополненный современными методами визуализации.

Материала и методы. Представлены первые наблюдения по применению метода SMI (Superb Micro-Vascular Imaging) в сочетании с другими инструментальными методиками для диагностики нарушений анатомии и перфузии левого желудочка у беременных с НМЛЖ.

Результаты. У пациенток с НМЛЖ оптимизация алгоритма неинвазивного обследования позволяет повысить точность определения патологии миокарда с минимальным риском для матери и плода.

Выводы. Методика SMI в дополнение к стандартному алгоритму диагностики НМЛЖ у беременных является перспективным методом определения патологии перфузии некомпактного слоя.

Ключевые слова: некомпактный миокард, беременность, эхокардиография.

Контактный автор: Принц Г.Д., castatroy@yandex.ru

Для цитирования: Дорошенко Д.А., Принц Г.Д., Лебедева А.Ю., Кондрашова Е.А., Зубарев А.А., Никольский С.Е. Комбинация неинвазивных инструментальных методик в диагностике некомпактного миокарда левого желудочка у беременных. REJR. 2016; 6 (3):117-122. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-117-122.

Статья получена: 07.06.2016

Статья принята: 21.06.2016

THE COMBINATION OF NON-INVASIVE INSTRUMENTAL TECHNIQUES IN THE DIAGNOSIS OF LEFT VENTRICULAR NON-COMPACT MYOCARDIUM IN PREGNANT WOMEN

Doroshenko D.A.^{1,2}, Prints G.D.¹, Lebedeva A.Y.^{1,2}, Kondrashova E.A.¹,
Zubarev A.A.², Nickolskiy C.E.³

Purpose. To present a rare clinical observation - non-compact myocardium of the left ventricle (NMLV) in pregnant women and show an algorithm of non-invasive instrumental diagnostic, complemented by modern imaging techniques.

Material and methods. We present the first observations on the application of the SMI method (Superb Micro-Vascular Imaging) in combination with other instrumental techniques for the diagnostic disorders of anatomy and perfusion of the left ventricle in pregnant women with NMLV.

Results. Optimization algorithm of non-invasive examination in patients with NMLV can improve the accuracy of determining myocardial pathology with minimal risk for mother and fetus.

Conclusions. SMI method in addition to the standard diagnostic algorithm NMLV in pregnant women is a promising method for determining pathology perfusion of non-compact layer.

1 - ГБУЗ «Городская клиническая больница №15 им. О.М. Филатова Департамента здравоохранения г. Москвы»;
2 - ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России; г. Москва, Россия.
3 - Toshiba Medical Systems, Canada.

1 - O.M. Filatov City clinical hospital №15.
2 - N.I. Pirogov National Research Medical University.
Moscow, Russia
3 - Toshiba Medical Systems, Canada.

Keywords: non-compact myocardium, pregnancy, echocardiography.

Corresponding author: Prints G.D., castatroy@yandex.ru

For citation: Doroshenko D.A., Prints G.D., Lebedeva A.Y., Kondrashova E.A., Zubarev A.A., Nickolskiy C.E. The combination of non-invasive instrumental techniques in the diagnosis of left ventricular non-compact myocardium in pregnant women. REJR. 2016; 6 (3):117-122. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-117-122.

Received: 07.06.2016

Accepted: 21.06.2016

Некомпактный миокард левого желудочка (НМЛЖ) – редкая форма врожденной кардиомиопатии, которая встречается как у взрослых, так и у детей. НМЛЖ характеризуется чрезмерной трабекулярностью с образованием глубоких межтрабекулярных углублений. Множественные трабекулы формируют широкий некомпактный губчатый слой миокарда, в то время как слой однородного миокарда, способного к сокращению, остается тонким.

Данное заболевание генетически детерминировано и развивается в результате нарушения нормального процесса эмбриогенеза миокарда [1]. Патогенез и клиническая картина складывается из трех ведущих синдромов: сердечной недостаточности, нарушений ритма и проводимости, тромбоземболического синдрома.

С учетом риска тромбообразования в лакулах, развитие которого может вызывать эмболические осложнения, пациентам с НМЛЖ показана антикоагулянтная терапия (АКТ), которая далеко не всегда безопасна, особенно у беременных. В то же время растет количество беременных пациенток с металлоконструкциями, такими как электрокардиостимулятор (ЭКС) и кардиовертер-дефибриллятор (ИКД), имплантированными в связи с нарушениями ритма и проводимости на фоне хронической сердечной недостаточности (ХСН).

Ряд зарубежных авторов указывает на повышение трабекулярности верхушки левого желудочка у профессиональных спортсменов и беременных женщин в ответ на увеличивающуюся преднагрузку сердца, что также усложняет точную постановку диагноза, от которого зависит необходимость АКТ [2].

Поэтому нам представляется крайне актуальной неинвазивная, безопасная для матери и плода, определяющая тактику лечения диагностика НМЛЖ у беременных.

Универсальных диагностических критериев НМЛЖ не существует, но большинство авторов сходятся в следующем: независимо от выбранной визуализирующей методики наличие двухслойной структуры миокарда с истонченным компактным и утолщенным некомпактным слоем, соотношение толщины некомпактно-

го/компактного слоя более 2, наличие многочисленных выступающих в полость левого желудочка трабекул с глубокими межтрабекулярными пространствами, сообщающимися с полостью левого желудочка [3-6].

Наиболее распространенным методом неинвазивной диагностики является трансторакальная эхокардиография (ЭХО-КГ). Одним из её минусов является зависимость от акустического окна и зачастую субоптимальная визуализация верхушки левого желудочка.

Компьютерная томография (КТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ) сердца являются важными дополнительными методами исследования в силу высокой разрешающей способности, меньшей операторозависимости, более точной визуализации слоев миокарда и возможности визуализации микротромбов в трабекулах. Ряд авторов указывает в своей работе на высокую степень корреляции результатов ЭХО-КГ-МРТ и предлагает проведение МРТ у всех пациентов с диагностированным по данным ЭХО-КГ НМЛЖ, в т.ч. в ситуациях, когда ультразвуковая картина сомнительна [7].

Однако у беременных рутинное использование КТ и МРТ для верификации НМЛЖ имеет ряд ограничений: из-за лучевой нагрузки КТ практически неприменима, особенно в первом триместре; МРТ также практически неприменима у пациенток с имплантированными ЭКС и ИКД, ограниченно применима на больших сроках гестации, т.к. многие беременные с ХСН не могут длительно неподвижно лежать на спине.

Использование обоих методов зачастую вызывает страх и тревогу у беременных из-за возможности навредить плоду, поэтому получить информированное согласие на проведение процедуры затруднительно.

Исходя из вышесказанного, существует необходимость использования пошагового алгоритма обследования беременных с подозрением на НМЛЖ с учетом моста «ультразвук - тяжелая техника» в зависимости от наличия и характера сопутствующей патологии.

В публикации нам хотелось бы поделиться своим опытом диагностики НМЛЖ у двух беременных с благоприятными перинатальными исходами, поступивших в наше лечебное учре-

ждение с клиникой ХСН, усугубившейся при наступлении и пролонгировании беременности.

Клиническое наблюдение 1.

Пациентка Б. 19 лет, беременность 29 недель, ранее не обследовалась, поступила в специализированный роддом ГКБ 15 им. О.М. Филатова с впервые возникшими жалобами на одышку, возникающую при незначительной физической нагрузке, чувством перебоев в работе сердца, отеками нижних конечностей, возникших в течение последних двух недель. Беременность первая, запланированная. Из анамнеза: пациентка родилась от первой беременности, росла и развивалась соответственно возрасту, геморрагический анамнез отсутствует. Состояние на момент поступления средней тяжести, сознание ясное, кожные покровы чистые, нормальной влажности, умеренная пастозность нижних конечностей, температура тела 36,8°C, дыхание в легких везикулярное, проводится во все отделы, тоны сердца ясные, границы сердца не расширены, пульс 94 уд/мин, ритмичный, АД на обеих руках – 115/60 мм.рт.ст., живот мягкий, безболезненный, увеличен по беременности, печень по краю реберной дуги, селезенка не пальпируется, симптом поколачивания отрицательный с обеих сторон.

Пациентке проведено первичное лабораторное исследование: в общем и биохимическом анализе крови патологических изменений не выявлено, анализ мочи без особенностей. По данным инструментальных методов диагностики: рентгенологических признаков патологии органов грудной клетки не выявлено. По данным ЭКГ выявлена синусовая тахикардия (ЧЖС до 120 уд/мин), снижение амплитуды зубцов R.

При ЭХО-КГ отмечается: пролапс митрального клапана в сегменте A2 с умеренной митральной недостаточностью, незначительная трикуспидальная недостаточность. В области верхушки с переходом на боковую стенку визуализируется некомпактный слой миокарда с соотношением некомпактного слоя к компактному более 2 ($NC/C > 2$). Отмечается незначительное снижение показателей глобальной систолической функции левого желудочка (за счет миокарда верхушки), выявленное в 2D и режиме спекл-трекинг (Рис. 1-3).

Типичная картина ЭХО-КГ (трабекулярность верхушки, соотношение $NC/C > 2$) позволили предположить у данной пациентки НМЛЖ, которая в послеродовом периоде была подтверждена при генетическом исследовании (мутация в гене дистробревина (DTNA) в локусе 18q12.1). Оптимальная визуализация позволила остановить диагностический поиск и принять решение о целесообразности проведения профилактической антикоагулянтной терапии.

Клиническое наблюдение 2.

Пациентка К. 26 лет, беременность 18

недель, поступила в специализированный роддом ГКБ 15 им. О.М. Филатова с жалобами на одышку, возникающую при незначительной физической нагрузке, чувством перебоев в работе сердца, отеками нижних конечностей. В анамнезе у пациентки отягощенная наследственность по сердечно-сосудистой системе – внезапная сердечная смерть отца. Коронарный анамнез с 2010 года, когда перенесла инфаркт миокарда нижней стенки левого желудочка и правого желудочка, осложненный формированием тромба в верхушке правого желудочка. Пациентке была выполнена коронароангиография, по данным которой были выявлены интактные коронарные артерии, предположен эмболический механизм поражения.

Состояние на момент поступления средней тяжести, сознание ясное, кожные покровы чистые, нормальной влажности, умеренная пастозность нижних конечностей, температура тела 36,6°C, дыхание в легких везикулярное, проводится во все отделы, тоны сердца приглушены, границы сердца расширены влево (+2 см), пульс – 105 уд/мин, ритмичный, АД на обеих руках – 100/60 мм.рт.ст., живот мягкий, безболезненный, увеличен по беременности, печень по краю реберной дуги, селезенка не пальпируется, симптом поколачивания отрицательный с обеих сторон.

В первичном лабораторном исследовании, в общем анализе крови, патологических изменений не выявлено. Отмечается повышение уровня натрийуретического пептида до 185 пг/мл, анализ мочи без особенностей. По данным инструментальных методов диагностики: рентгенологических признаков патологии органов грудной клетки не выявлено. По данным ЭКГ: отклонение ЭОС влево, очагово-рубцовое поражение нижней стенки левого желудочка.

При ЭХО-КГ выявлены: дилатация и негативное ремоделирование полости левого желудочка, неоднородность эхо-структуры (наличие некомпактного слоя), гипокинез стенок ЛЖ, наиболее выраженный в области среднего и верхушечного сегментов нижней и задней стенки, снижение показателей всех видов деформации и скорости деформации миокарда ЛЖ, выявленные в режиме спекл-трекинга, а также умеренная митральная и трикуспидальная недостаточность (Рис. 4-6).

Ввиду субоптимальной визуализации верхушки ЛЖ достоверно определить толщину слоев не представлялось возможным, несмотря на наличие межтрабекулярных пространств на уровне средних сегментов левого желудочка. В качестве уточняющего метода исследования пациентке выполнено МРТ (Рис. 7, Рис. 8).

Пациентка была родоразрешена оперативным путем в плановом порядке на сроке 34 недели. Ребенок живой с оценкой 7-8 баллов по

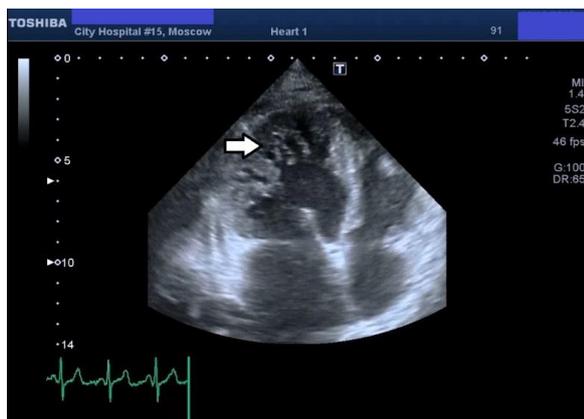


Рис. 1.

Рис. 1. ЭХО-КГ. 4-камерная позиция.
Некомпактность верхушки ЛЖ показана стрелкой.

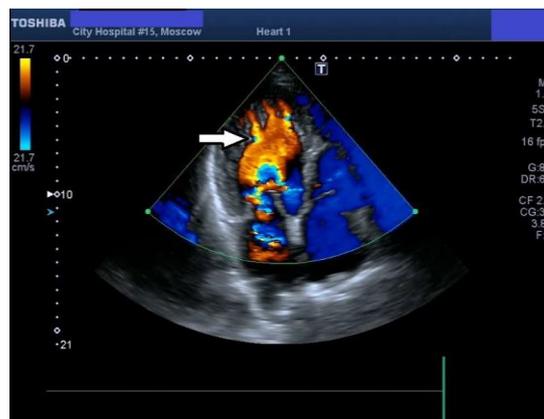


Рис. 2.

Рис. 2. ЭХО-КГ. ЦДК.
Окрашивание межтрабекулярных промежутков показано стрелкой.



Рис. 3.

Рис. 3. ЭХО-КГ.
Короткая ось ЛЖ. Некомпактность миокарда показано стрелкой.



Рис. 4.

Рис. 4. ЭХО-КГ.
Короткая ось ЛЖ. Конечный диастолический размер ЛЖ.

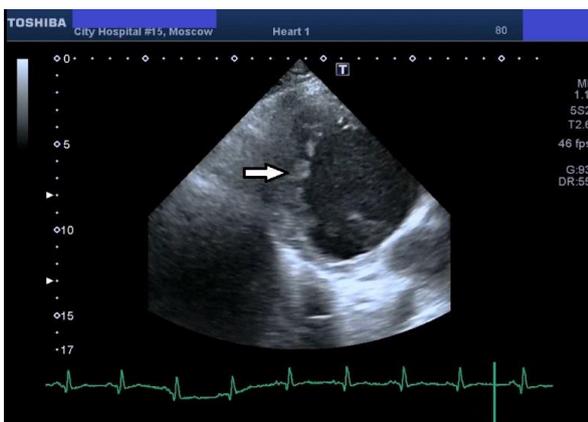


Рис. 5.

Рис. 5. ЭХО-КГ.
Короткая ось ЛЖ. Трабекулы и межтрабекулярные щели показаны стрелкой.

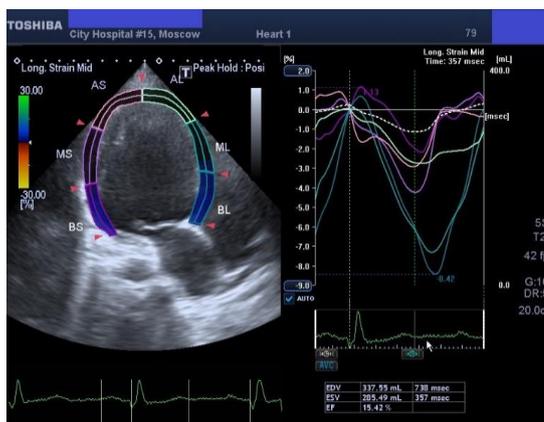


Рис. 6.

Рис. 6. ЭХО-КГ.
Показатели продольной деформации левого желудочка в режиме 2D спекл-трекинга.

шкале Апгар. В послеродовом периоде отмечено прогрессирование ХСН, на фоне развившейся блокады левой ножки пучка Гиса, что потребовало установки ИКД.

После установки ИКД динамическое наблюдение за состоянием пациентки с помощью МРТ стало невозможным. Подобные варианты требуют поиска дополнительных критериев оценки в ходе мониторинга, опираясь на практически единственный неинвазивный метод инструментальной диагностики – ЭХО-КГ.

Исходя из данных о перфузии некомпактного слоя – наличие малого количества сосудов в трабекулах по сравнению с неизменным миокардом, abortивного характера сосудов, возможно введение дополнительных диагностических критериев, позволяющих разграничить повышенную трабекулярность и истинный некомпактный миокард. Сегодня существует несколько ультразвуковых методик, позволяющих оценить перфузию – контрастная эхокардиография, а также новейшая технология компа-

нии Toshiba – SMI (Superb Micro-Vascular Imaging), позволяющая увидеть кровотоки самой малой интенсивности, характер строения сосудистой сети, отменяя необходимость в ведении контраста (Рис. 9).

Обсуждение и выводы.

Вышеописанные клинические наблюдения показывают возможности современных методов визуализации в диагностике такого редкого состояния как НМЛЖ у беременных. На наш взгляд оптимизация данных методов, использование потенциала современных сканеров позволяет минимизировать количество исследований, необходимых для постановки диагноза.

Сегодня у пациенток с НМЛЖ необходимо проводить оценку не только анатомо-функциональных особенностей миокарда, опираясь на серовидный режим, но и пытаться оценить его перфузию независимо от визуализирующей методики.

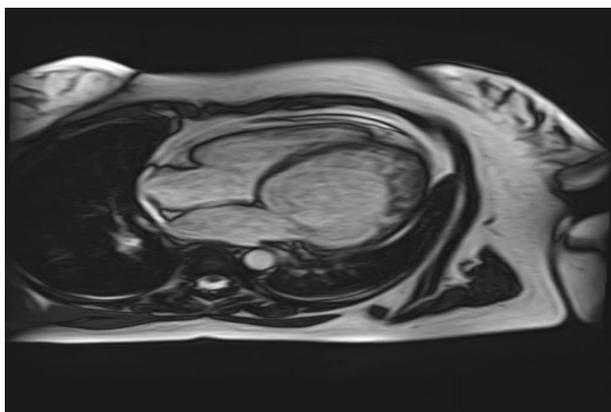


Рис. 7.

Рис. 7. МРТ.

4-камерная позиция. Некомпактность в области вершины ЛЖ.

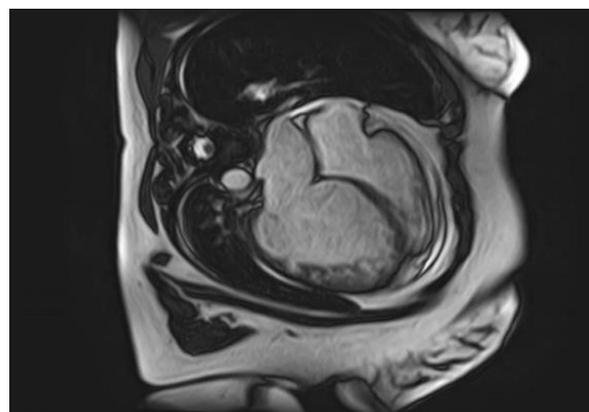


Рис. 8.

Рис. 8. МРТ.

Некомпактность в области вершины ЛЖ с переходом на боковую стенку.

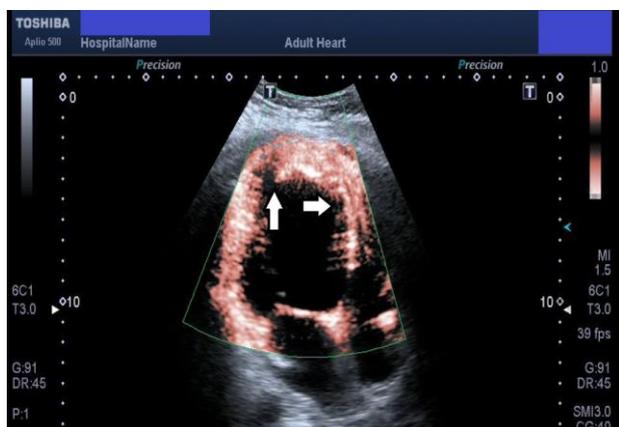


Рис. 9,а.

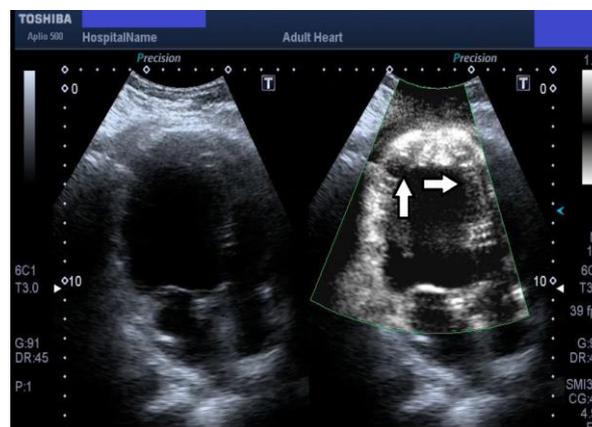


Рис. 9,б.

Рис. 9. ЭХО-КГ.

SMI. Дефекты перфузии в зоне некомпактного миокарда ЛЖ.

References:

1. Moric-Janiszewska E., Markiewicz-Loskot G. Genetic heterogeneity of left-ventricular noncompaction cardiomyopathy. *Clinical Cardiology*. 2008; 31 (5): 201–204.
2. Chin T.K, Perloff J.K, Williams R.G, Jue K, Mohrmann R. Isolated noncompaction of left ventricular myocardium. A study of eight cases. *Circulation*. 1990; 82 (2): 507-13
3. Jenni, R., Oechslin, E., Schneider, J., Attenhofer Jost, C., and Kaufmann, P.A. Echocardiographic and pathoanatomical characteristics of isolated left ventricular non-compaction: a step towards classification as a distinct cardiomyopathy. *Heart*. 2001; 86: 666–671
4. Stollberger C., Finsterer J. Left ventricular abnormal hypertrabeculation/noncompaction. *J. Am. Soc. Echocardiogr*. 2004; 5 (17): 91-100.
5. Petersen S.E, Selvanayagam J.B, Wiesmann F, Robson M.D, Francis J.M, Anderson R.H, Watkins H, and Neubauer S. Left ventricular non-compaction: insights from cardiovascular magnetic resonance imaging. *J Am Coll Cardiol*. 2005; 46: 101–105.
6. Sabiha Gati, Michael Papadakis, Nikolaos D. Papamichael, Abbas Zaidi, Nabeel Sheikh, Matthew Reed, Rajan Sharma, Baskaran Thilaganathan, Sanjay Sharma. Reversible De Novo Left Ventricular Trabeculations in Pregnant Women: Implications for the Diagnosis of Left Ventricular Noncompaction in Low-Risk Populations. *Circulation*. 2014; 130: 475-483
7. Thuny, F., Jacquier, A., Jop, B., Giorgi, R., Gaubert, J.Y., Bartoli, J.M., Moulin, G., and Habib, G. Assessment of left ventricular non-compaction in adults: side-by-side comparison of cardiac magnetic resonance imaging with echocardiography. *Arch Cardiovasc Dis*. 2010; 103: 150–159.

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ПЕРВИЧНОГО ТУБЕРКУЛЕЗА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Травина М.Л.¹, Попов А.Г.², Муртазалиева А.А.¹

Цель исследования. Анализ диагностических задач и терапевтической специфичности, связанных с лечением изолированного первичного туберкулеза молочной железы.

Материалы и методы. Представлены данные о комплексном обследовании пациента с изолированным первичным туберкулезом, включая инструментальные и лабораторные методы исследования.

Результаты. Первичный туберкулез молочной железы был диагностирован у женщины 27 лет после периода лактации. При пункции у пациентки выявили многоядерные гигантские клетки (гигантские клетки Лангханса/клетки Пирогова-Лангханса). Было назначено специфическое лечение в течение 4 месяцев, которое привело к полной регрессии заболевания молочной железы.

Выводы. При отсутствии положительной клинической динамики при лечении воспаления в молочной железе в качестве дифференциальной диагностики необходимо исключить рак молочной железы и туберкулез. Отрицательные реакции на пробу Манту/ тест PPD и Диаскин-тест/ ДСТ возможны при условии первичной локализации туберкулеза в молочной железе. Специфическая химиотерапия эффективна при лечении туберкулеза молочной железы. Рекомендовано проведение скрининга на туберкулез среди лиц, находящихся в тесных контактах с пациентом.

Ключевые слова: туберкулез молочных желез, мастит, хроническое воспаление, маститоподобный рак молочных желез.

Контактный автор: Травина М.Л., Tvtmarina@yandex.ru

Для цитирования: Травина М.Л., Попов А.Г., Муртазалиева А.А. Клинический случай первичного туберкулеза молочной железы. REJR. 2016; 6 (3):123-127. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-123-127.

Статья получена: 22.06.2016

Статья принята: 06.07.2016

PRIMARY BREAST TUBERCULOSIS: A CASE STUDY

Travina M.L.¹, Popov A.G.², Murtazaliev A.A.¹

Purpose. The objective of the study was to analyze the diagnostic challenges and therapeutic specificity associated with treating isolated primary breast tuberculosis.

Materials and methods. Data of comprehensive physical examination including instrumental and laboratory examination methods in a patient with the isolated primary tuberculosis was presented.

Results. Primary breast tuberculosis was diagnosed in a 27 year-old woman after lactation. The patient was diagnosed when the puncture revealed multi-nucleated giant cells (Langhans' giant cells/Pirogov-Langhans cells). Administered specific treatment for a period of 4 months resulted in complete regression of the breast disease.

Conclusions. In case of absence of positive clinical dynamics in the treatment of breast inflammation differential diagnosis is required to exclude inflammatory breast cancer and tuberculosis. Negative reactions to Mantoux test/ PPD test and Diaskin-test/ DST can occur in the setting of the primary site of tuberculosis in breast. Targeting chemotherapy is effective in the treatment of breast tuberculosis. Screening for tuberculosis of patient's close contacts can be recommended.

1-Федеральное государственное автономное учреждение "Научный центр здоровья детей" Министерства здравоохранения Российской Федерации. г. Москва, Россия.
2-МЦ «МИР СЕМЬИ» г. Санкт-Петербург, Россия.

1-Scientific Center of Children's Health. Moscow, Russia.
2-Medical Centre "FAMILY WORLD". St. Petersburg, Russia.

Keywords: breast (mammary) tuberculosis, mastitis, chronic inflammation, inflammatory breast cancer.

Corresponding author: Travina M. L., Tvtmarina@yandex.ru.

For citation: Travina M. L., Popov A. G., Murtazaliev A. A. Primary breast tuberculosis: case study. REJR. 2016; 6 (3):123-127. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-123-127.

Received: 22.06.2016

Accepted: 06.07.2016

Первичный туберкулез молочной железы диагностирован у 27 летней женщины после периода лактации. Диагноз поставлен после обнаружения в пункционном материале многоядерной клетки Пирогова-Лангханса. Назначение специфического лечения в течение 4 месяцев привело к полному регрессу заболевания в молочной железе.

Введение.

Туберкулез молочной железы как изолированная форма встречается крайне редко [1]. Ретроспективные исследования пациентов, прооперированных по поводу рака молочной железы (РМЖ), показали, что туберкулез молочных желез (МЖ) должен быть дифференциальным диагнозом [2]. Клиническая картина и неспецифическое течение не позволяют выявить специфические признаки течения туберкулеза МЖ, что зачастую принимается за симптомы РМЖ. Процесс туберкулеза в молочной железе чаще вторичный, хотя встречаются случаи и первичной формы. Впервые описание данной локализации датировано 1829 годом Этли Купером, как «scrofulous swelling in the bosom of young women» или «первичный туберкулезный очаг в груди молодых женщин». На сегодняшний день, по данным литературы, в эндемичных районах (таких как Индия и Восточная

Азия) частота туберкулеза МЖ составляет 4%, в странах Западной Европы – приблизительно 0,1% [3]. По отношению к РМЖ туберкулезное поражение составляет от 1:171 до 1:33 [4, 5]. Туберкулезный мастит составил от 0,13 до 1,6% всех заболеваний МЖ и до 3% всех хирургических вмешательств на МЖ. В структуре общей заболеваемости туберкулезом доля туберкулеза МЖ равна примерно 0,1% [6].

К первичной форме туберкулеза МЖ наиболее восприимчивы женщины репродуктивной возрастной группы от 21 до 40 лет, особенно в период лактации в связи с внутритротоковым инфицированием [7]. Вторичная форма туберкулеза молочной железы развивается вследствие гематогенной диссеминации (лёгкие, средостение), ретроградного распространения из лимфатических узлов подмышечной области и из прилежащих к молочной железе смежных структур: из грудины, ребер, плечевых суставов [8]. С одинаковой частотой туберкулезом поражается левая и правая молочная железа, реже, в 3% случаев, – обе одновременно. В 60% туберкулезный очаг располагается в верхних и нижних наружных секторах молочных желез, реже – центрально, с вовлечением сосково-ареолярного комплекса и внутренних секторов. В редких случаях отмечается тубер-

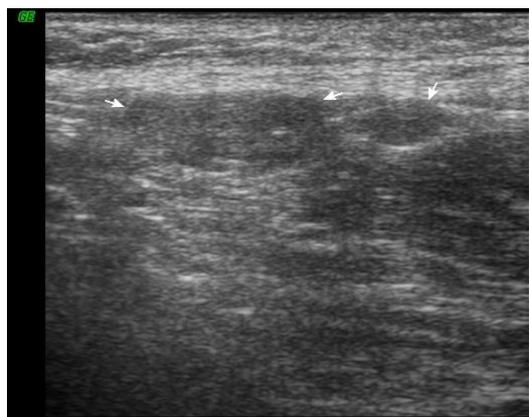


Рис.1,а.

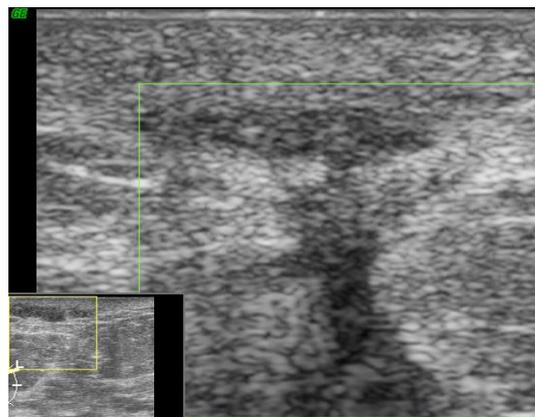


Рис.1,б.

Рис. 1. Ультразвуковое исследование правой молочной железы в верхне-наружном квадранте.

а - Плотная железистая ткань с нарушением архитектоники. Анехогенные образования с густым содержимым, с четкими контурами, без перифокального воспаления тканей, горизонтальная локализация полостей.

б - Свищевые ходы между полостями.

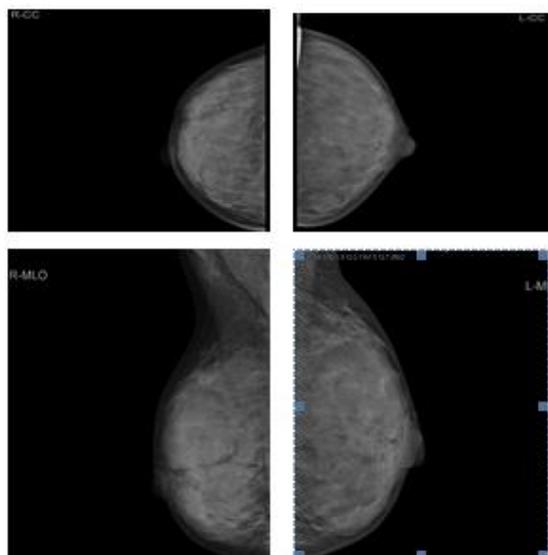


Рис.2,а.



Рис.2,б.

Рис. 2. Маммограмма.

а - Плотный железистый фон с двух сторон, во всех квадрантах. В правой молочной железе визуализируются участки контурированной отечности долей молочной железы, больше в верхне-наружных квадрантах. BI-RADS 0.

б - Визуализируются множественные, увеличенные лимфатические узлы.

кулезное поражение всей молочной железы [5].

Клинический случай.

Пациентка Б., 27 лет, в 2012 году обратилась с жалобами на уплотнение и хроническое воспаление в правой молочной железе в течение месяца. Из анамнеза – роды 6 месяцев назад. Беременность первая, самостоятельная. Лактация в течение 5 месяцев, купирована на фоне воспаления приемом агонистов дофаминовых рецепторов (каберголин). После прекращения лактации плотность, покраснение и болезненность правой МЖ не уменьшилась. В течение месяца получала антибиотики широкого спектра действия пенициллинового и цефалоспоринового ряда. Клиническая картина вялотекущего воспаления сохранялась без изменений. На данном этапе пациентка обратилась за диагностикой и лечением в маммологическое отделение «Научного Центра Здоровья Детей».

При первичном осмотре выявлено: общее состояние пациентки удовлетворительное, гипертермия не выявлена, отмечается болезненное плотное образование на границе наружных квадрантов правой молочной железы. МЖ умеренно отечна, с проявлением симптома «лимонной корки» в верхне-наружном квадранте. Слева МЖ развита правильно, без патологических изменений. Справа и слева при пальпации во внутренних квадрантах определяются округлые образования с четкими контурами, безболезненные. В аксиллярных зонах определяются лимфатические узлы, справа - резко увеличен-

ные до 2-4 см, множественные, подвижные, слева до 1,0 см, подвижные. Патологических выделений из сосков не выявлено. При проведении ультразвукового исследования в молочной железе отмечается преобладание железистой ткани, справа в верхне-наружном квадранте - с выраженной отечностью. Визуализируются анэхогенные участки с густым содержанием до 3 см, соединенные между собой свищевыми ходами (Рис. 1). Выявлены гипоехогенные образования в нижне-внутреннем квадранте с двух сторон с четкими контурами. При исследовании аксиллярной области выявлены лимфатические узлы с двух сторон: справа резко увеличены, размером до 2,0x1,1 см, с нарушением структуры за счет расширения корковой зоны, слева лимфатические узлы структурные, реактивные, не увеличенные.

Проведена цифровая маммография: плотная железистая ткань с двух сторон. Справа визуализируются очаги локальной плотности с контурированием наружных долей (Рис. 2 (а)). В аксиллярных зонах - увеличенные лимфатические узлы (Рис. 2 (б)).

Маммограмма не дала полную картину заболевания из-за высокой плотности тканей железы. В связи с этим проведена магнитно-резонансная томография молочных желез с внутривенным контрастированием.

По результатам МРТ с контрастированием с двух сторон во внутренних квадрантах определяются округлые образования с четкими ров-



Рис. 3. МРТ.

Молочная железа с контрастированием до и после лечения.

ными контурами, однородной структурой, с гипоинтенсивным МР-сигналом (фиброаденомы). В правой молочной железе определяются множественные округлые образования с четкими контурами, однородной структурой и гиперинтенсивным сигналом, не накапливающие контрастное вещество. Большая часть правой молочной железы с явлениями выраженного отека.

После проведенного лечения отмечается выраженная положительная динамика в виде отсутствия патологического накопления контрастного вещества, что свидетельствует об исчезновении воспаления в правой молочной железе (Рис. 3). Заключение: фиброаденоматоз с двух сторон. Воспалительные изменения правой молочной железы.

Учитывая отсутствие положительной динамики от проведения длительной антибактериальной терапии для выявления причины неспецифического воспаления, проведена трепан биопсия изменённых тканей МЖ и лимфатических узлов справа. Дополнительно под контролем УЗИ проведена лечебно-диагностическая пункция выявленных жидкостных образований. Материал отправлен на гистологическое и микробиологическое исследование. В пунктате лимфатического узла справа – зрелая гиперплазия, мелкие скопления нейтрофилов. В пунктате железы – картина гноя с выраженной размоткой хроматина, ядер, единичные клетки типа Пирогова-Лангханса и эпителиоидные клетки (Рис. 4) [9]. При неоднократных микробиологических исследованиях, на фоне смены групп антибактериальных пре-

паратов, рост патологических возбудителей не выявлен.

Опираясь на клиническую картину и результаты углубленного исследования, а также отсутствие эффекта от применения антибактериальной терапии (пенициллиновый и цефалоспориновый ряд) с учетом цитологического исследования (клетки Пирогова-Ланганса), выставлен диагноз: туберкулез правой молочной железы. Абсцедирующий тип. Фиброаденомы с двух сторон.

Больная Б. направлена в специализированное учреждение для подтверждения диагноза и назначения специфического лечения. После пересмотра исследований диагноз был подтвержден: туберкулез молочной железы справа. Активная фаза. МБТ abs. Начата противотуберкулезная химиотерапия. После прохождения первого курса лечения пациентка была проконсультирована в противотуберкулезной больнице, проведена биопсия очагов в правой молочной железе. При гистохимическом исследовании пунктата микобактерий туберкулеза не обнаружено. Наблюдалась положительная динамика. Проведено два курса химиотерапии.

Контрольное исследование МЖ проведено после завершения химиотерапии, МЖ симметрично мягкие, деформации кожных покровов не выявлено, при УЗИ определялась железистая ткань, без признаков отека и деструкции, наблюдаемые фиброаденомы без динамики. Лимфатические узлы структурные с двух сторон, справа до 1,3x0,6 см.

Обсуждение.

При длительном воспалительном процессе

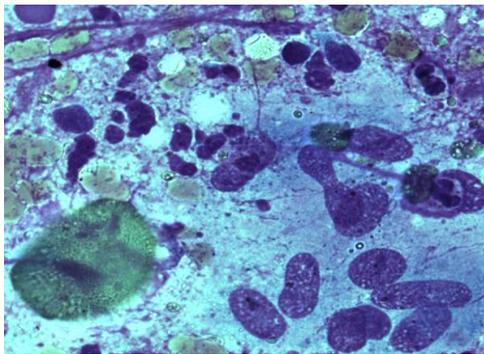


Рис.4.

Рис. 4. Гистограмма.

Цитологическое исследование пунктата молочной железы. Гигантская клетка типа Пирогова-Лангханса, картина гноя с выраженной размоткой хроматина.

в МЖ, на фоне приема антибактериальной терапии, без положительной клинической динамики, рекомендуется замена антибактериального препарата. В случае отсутствия улучшений состояния пациента требуется более углубленное исследование с включением в дифференциальную диагностику не только онкологической патологии, но и туберкулеза МЖ. Одним из этапов дообследования пациента является проведение дополнительных исследований для исключения онкопатологии: маммография, МРТ с контрастом, трепан-биопсия с гистохимическим исследованием материала. При исключении маститоподобного рака МЖ необходимо исключить наличие туберкулезного процесса: проведение рентгенографии органов грудной клетки, Диаскинтест и/или проба Манту. При отрицательных результатах дополнительных исследований - повторная трепан-биопсия из очагов

References:

- 1.Hiremath B.V., Subramaniam N. Primary breast tuberculosis: diagnostic and therapeutic dilemmas. *Breast Dis.* 2015; 35 (3): 187-93.
- 2.Mjid M., Toujani S., Amraoui J., Habibech S., Salah N. B., Ouahchi Y., Sfar E., Louzir B., Mhiri N., Cherif J., Beji M. A rare cause of a tumoral swelling of the breast: Breast tuberculosis. *Tunis Med.* 2015; 93 (6): 398-9.
- 3.Tewari M., Shukla H. S. Breast tuberculosis: diagnosis, clinical features & management. *Indian Journal of Medical Research.* 2005; 122 (2): 103.
- 4.Khodabakhshi B., Mehravar F. Breast tuberculosis in north-east Iran: review of 22 cases. *BMC Womens Health.* 2014; 31(14): 72.
- 5.Afridi S. P. Spectrum of breast tuberculosis. *J Coll Physicians Surg Pak.* 2009; 19 (3): 158-61.
- 6.Sabageh D., Amao E.A., Ayo-Aderibigbe A.A., Sabageh A.O. Tuberculous mastitis simulating carcinoma of the breast in a young Nigerian woman: a case report. *Pan Afr Med J.* 2015; 15 (21): 125.
- 7.Kakkar S. Tuberculosis of the breast. *Acta cytologica.* 2000; 44 (3): 292-296.
- 8.Fadaei-Araghi M. Breast tuberculosis: report of eight cases. *Arch Iran Med.* 2008; 11 (4): 463-465.
- 9.Pal P.L., Patra S.K., Ray S. An unusual cause of breast lump: isolated tuberculosis of the breast. *Am J Trop Med Hyg.* 2014; 90 (5): 788-9.

плотности МЖ и лимфоузлов.

Несмотря на использование комплекса современных диагностических методов, решающее значение для диагностики туберкулеза имеют положительные находки при посеве материала пунктата или биоптата: обнаружение микобактерий туберкулеза, туберкулезных гранул или гигантских клеток Пирогова-Лангханса.

Одним из симптомов туберкулезного процесса может являться наличие неоднократных отрицательных результатов бактериального посева функционального отделяемого из очага.

Основным видом лечения туберкулеза МЖ является назначение специфических химиопрепаратов, хирургическое лечение (секторальная резекция) при наличии положительной клинической динамики не показано.

Выводы

1. При отсутствии положительной клинической динамики в лечении воспалительного процесса в МЖ необходима дифференциальная диагностика процесса для исключения маститоподобного рака и туберкулезного процесса.

2. Первичный очаг туберкулезного процесса в молочной железе может протекать при отрицательных специфических реакциях (проба Манту и Диаскинтест).

3. При туберкулезе МЖ эффективно проведение специфической химиотерапии.

4. Может быть рекомендовано обследование на туберкулез ближайшего окружения пациента.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

АБСЦЕСС ПЕРЕДНЕГО ЭПИДУРАЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА НА УРОВНЕ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

Кротов Г.О.¹, Черников А.Н.², Белячков Д.О.²

Диагностика спинальных эпидуральных абсцессов (СЭА) является профессиональным вызовом в практике лучевого диагноста. Это обусловлено тем, что СЭА встречается в практике относительно редко, но при этом требует незамедлительного хирургического вмешательства.

Цель исследования. Описать особенности данных магнитно-резонансной томографии (МРТ) при первичной диагностике СЭА, а также в постоперационном периоде. Отметить клинические особенности СЭА.

Материалы и методы. Приведены данные литературы, а также собственное наблюдение редкой патологии – абсцесс переднего эпидурального пространства на уровне шейного отдела позвоночника. Исследование до и после операции проводилось с использованием магнитно-резонансного томографа Hitachi Aperto Lucent 0.4 Тл.

Результаты. Диагноз СЭА верифицирован по результатам оперативного вмешательства. Описаны возможности МРТ в диагностике СЭА, а также в оценке результатов оперативного лечения.

Выводы. Своевременная диагностика СЭА является необходимым условием успешного оперативного вмешательства. Методом выбора при диагностике СЭА является магнитно-резонансная томография, так как она позволяет наиболее точно установить уровень и протяженность поражения, а также исследовать состояние структур позвоночного канала. Для оценки результатов оперативного лечения целесообразно также использование МРТ.

Ключевые слова: спинальный эпидуральный абсцесс (СЭА), гнойный эпидурит, магнитно-резонансная томография (МРТ).

Контактный автор: Кротов Г.О., krotov.g.o@gmail.com

Для цитирования: Кротов Г.О. Абсцесс переднего эпидурального пространства на уровне шейного отдела позвоночника. REJR. 2016; 6 (3):128-132. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-128-132.

Статья получена: 11.05.2016

Статья принята: 25.05.2016

ABSCESS OF ANTERIOR EPIDURAL SPACE AT THE LEVEL OF THE CERVICAL SPINE

Krotov G.O.¹, Chernikov A.N.², Belyachkov D.O.²

Diagnosis of spinal epidural abscess (SEA) is a professional challenge in the radiologist practice. This is caused by the fact that the SEA occurs relatively rarely, though it requires immediate surgical intervention.

Purpose. To describe the features of MRI findings of the SEA primary diagnosis and MRI data in the postoperative period. Another purpose is to mark up the clinical features of the SEA.

Materials and methods. The theoretical data on the abscess anterior epidural space at the level of the cervical spine, contained in contemporary medical resources and facts of our own observation of the rare pathology, are set forth. The examination before and after the surgery was performed with the usage of the magnetic resonance scanner Hitachi Aperto Lucent 0.4T.

Results. The SEA diagnosis was verified by the results of the surgical procedure. Possibilities of MRI in the diagnosis of the SEA, as well as in the evaluation of surgical treatment outcomes are described.

1 – ООО «ЛебГОК-Здоровье».

2 – ОГБУЗ «Городская больница №1

г. Старого Оскола».

г. Старый Оскол, Россия.

1 - LebGOK-Zdorovie Ltd.

2 - Municipal Hospital №1.

Stary Oskol, Russia

Conclusions. Early diagnosis of the SEA is a prerequisite for a successful surgery. The method of choice for the diagnosis of the SEA is MRI. It is the most accurate method to set the level and the extension of lesion and to examine the condition of the spinal canal structures. It is advisable to apply MRI for the surgical treatment outcomes evaluation.

Keywords: spinal epidural abscess (SEA), magnetic resonance imaging (MRI).

Corresponding author: Krotov G.O., krotov.g.o@gmail.com

For citation: Krotov G.O., Chernikov A.N., Belyachkov D.O. Abscess of anterior epidural space at the level of the cervical spine. REJR. 2016; 6 (3):128-132. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-128-132.

Received: 11.05.2016

Accepted: 25.05.2016

К экстрадуральным объемным образованиям позвоночного канала помимо первичных опухолей и метастазов относятся СЭА, грыжи межпозвоночных дисков, эпидуральные гематомы, артериовенозные мальформации, а также эпидуральный липоматоз. Для успешной дифференциальной диагностики подобного рода объемных образований используются такие методы лучевой диагностики, как МРТ и СКТ с применением контрастных препаратов, либо их комбинация. Ниже мы приводим клинический случай СЭА на уровне шейного отдела позвоночника.

Клиническое наблюдение.

Пациент А., 49 лет, был доставлен в приемное отделение 26.09.2015 г. с жалобами на слабость в нижних конечностях, задержку мочи. Из анамнеза: заболел за неделю до госпитализации, когда появилась субфебрильная температура, боли в спине на уровне грудного отдела позвоночника, что сам пациент связывал с простудой. Накануне госпитализации состояние ухудшилось: температура повысилась до 38,0С, на этом фоне нарушилось мочеиспускание, появилось онемение в ногах. В ходе обследования состояние пациента с отрицательной динамикой. Госпитализирован в нейрохирургическое отделение для дообследования.

Из общего статуса: состояние средней тяжести, обусловлено неврологическим дефицитом. Кожные покровы и видимые слизистые розовые, чистые. Температура 38,5оС. Периферические лимфатические узлы не увеличены, безболезненные. Тоны сердца приглушены, ритмичные, шумов нет. В легких дыхание везикулярное, хрипов нет. Живот мягкий безболезненный во всех отделах. Печень, селезенка не увеличены. Перистальтика сохранена. Поколачивание по поясничной области безболезненное с обеих сторон. Функция тазовых органов нарушена по типу задержки.

Неврологический статус: сознание ясное. Зрачки симметричны. Фотореакции сохранены. Глазодвигательных нарушений, нистагма нет.

Лицо симметрично. Язык по средней линии. Фонация и глотание не нарушены. Дыхание адекватное, ровное, умеренной глубины. Парезов в верхних конечностях нет. Глубокие рефлекс в верхних конечностях живые, симметричные. Нижний вялый парапарез со снижением мышечной силы до 2-3 баллов в левой ноге и с пlegией в правой. Глубокие рефлекс с ног не вызываются. Проводниковые расстройства чувствительности по паратипу с гиперэстезией справа, с гипэстезией слева с Th3 сегмента спинного мозга. Ригидность затылочных мышц выражена.

По данным лабораторных исследований: лейкоциты - $11.0 \times 10^9/\text{л}$, СОЭ = 40 мм/ч.

26.09.2015 г. выполнена МРТ грудного и шейного отделов позвоночника. На уровне грудного отдела выявлены МР-признаки умеренных дегенеративно-дистрофических изменений позвоночного столба. На МР-томограммах шейного отдела позвоночника в переднем эпидуральном пространстве на уровне С6-Th1 обнаружено отчетливо ограниченное жидкостное образование веретеновидной формы, размерами 46x8x14 мм. Содержимое гиперинтенсивно на T2-ВИ, FLAIR и STIR. На T1-ВИ – гипоинтенсивно, но имеет сигнал существенно выше ликвора. После внутривенного введения контрастного препарата отмечается интенсивное контрастное усиление капсулы образования. Визуализируется грубая компрессия спинного мозга на уровне С7. В структуре спинного мозга очаговых изменений не выявлено. Заключение: МР-признаки абсцесса переднего эпидурального пространства на уровне С6-Th1. Компрессия спинного мозга.

26.09.2015 г. проведено экстренное оперативное вмешательство: корпорэктомия С7 позвонка, санация и дренирование эпидурального абсцесса. Выполнен передний межтеловой корпородез С6-Th1 аутокостью. В ходе операции, после резекции тела С7 позвонка из эпидурального пространства выделилось около 1 мл сливкообразного гноя. При ревизии эпидураль-



Рис.1, а.



Рис. 1, б.



Рис. 1, в.

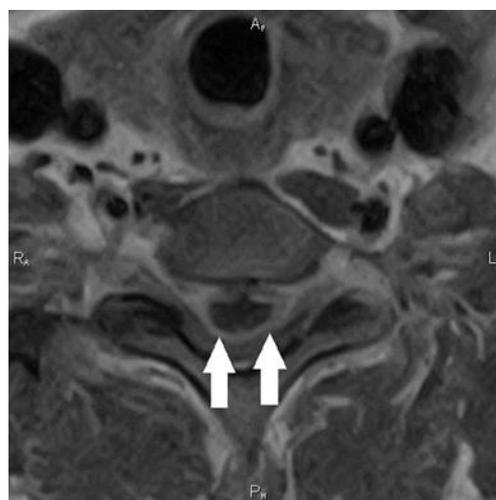


Рис. 1, г.

Рис. 1. МРТ шейного отдела позвоночника.

а - T2-ВИ, сагиттальная проекция.

б - T1-ВИ, сагиттальная проекция. До введения контрастного препарата в переднем эпидуральном пространстве на уровне С6-Th1 визуализируется абсцесс (стрелки), оказывающий грубое объемное воздействие на спинной мозг. В структуре спинного мозга очаговых изменений не отмечается.

в - T1-ВИ, сагиттальная проекция. После введения контрастного препарата.

г - T1-ВИ, аксиальная проекция. Отчетливо визуализируется контрастное усиление капсулы абсцесса (стрелки)..

ного пространства обнаружены выраженные фибриновые тяжи на твердой мозговой оболочке, деформирующие дуральный мешок. Произведена санация эпидурального пространства, дренирование полости раны. Данные бактериологического исследования отделяемого из раны: *Staphylococcus aureus*. В послеоперационном периоде проводилась этиотропная антибиоти-

котерапия на протяжении 1 месяца. Послеоперационный период протекал без осложнений. Дренаж удален на вторые сутки. Швы сняты в срок.

13.10.2015 г. проведено контрольное МР-исследование. Ранее выявленный эпидуральный абсцесс удален. Тело С7 позвонка резецировано, на его месте визуализируется аутотранс



Рис.2, а.



Рис.2, б.

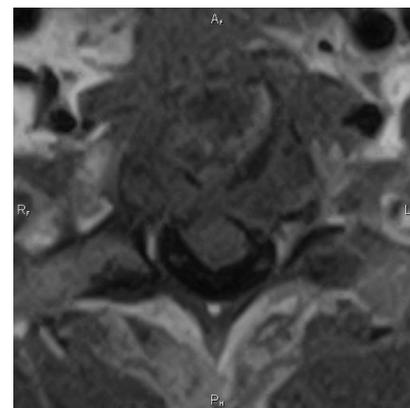


Рис.2, в.

Рис. 2. МРТ шейного отдела позвоночника после оперативного вмешательства.

а – T2-ВИ, сагиттальная плоскость.

б – T1-ВИ, сагиттальная плоскость. На месте удаленного тела С7 позвонка визуализируется ауто-трансплантат. Эпидуральный абсцесс удален. Спинальный мозг на уровне С7 подтянут кпереди.

в – T1-ВИ, аксиальная плоскость. На уровне С7 компрессия спинного мозга отсутствует.

плантат. Дуральный мешок и передняя поверхность спинного мозга подтянуты кпереди. Отмечается небольшое локальное расширение центрального канала спинного мозга на уровне операции. Признаков очаговых изменений в веществе спинного мозга не выявлено.

На момент выписки неврологическая симптоматика в значительной степени регрессировала. Сохранился дистальный парез в правой ноге со снижением мышечной силы до 4 баллов. Функция тазовых органов восстановлена. Пациент выписан 16.10.2015 г. в удовлетворительном состоянии на амбулаторное лечение у невролога по месту жительства.

Обсуждение.

СЭА представляет собой воспалительный инфекционный процесс, локализованный в эпидуральном пространстве позвоночного канала, которое в норме заполнено жировой клетчаткой [1, 2]. По данным разных авторов частота встречаемости СЭА составляет от 0,2 до 3,0 случаев на 10000 госпитализаций, при этом мужчины заболевают чаще женщин [1, 3]. В большинстве случаев, как и в нашем наблюдении, заболеванию подвержены лица трудоспособного возраста [4, 5]. Наиболее часто микроорганизмом, вызвавшим СЭА, оказывается *S. Aureus* [1, 4, 5]. За исключением случаев ятрогении и осложненных травм позвоночного столба, инфекция чаще попадает в эпидуральную жировую клетчатку из отдаленных гнойных очагов гематогенным либо лимфогенным путями [1, 2, 6]. Возможно также прямое распространение гнойного воспаления из паравертебральных мягких тканей, либо структур позвоночного столба [1, 2, 6]. Среди отдаленных источников инфекции описываются воспали-

тельные заболевания кожи, мочевыводящих путей, брюшной полости, дыхательных путей, одонтогенные и глоточные абсцессы [3, 5]. В ряде случаев установить первичный очаг не удается [2, 5, 6], как и в приведенном случае. Нередко заболевание протекает на фоне различного рода заболеваний, сопровождающихся иммунодефицитом: сахарного диабета, хронической почечной недостаточности, наркомании, алкоголизма, ВИЧ и других [1, 3, 5]. Часто СЭА диагностируется уже при наличии серьезной неврологической симптоматики [2, 4], как и в приведенном клиническом случае. Основными симптомами заболевания на разных стадиях являются повышение температуры, боль в спине, корешковые боли, двигательные нарушения, проводниковые расстройства чувствительности, дисфункция тазовых органов [2, 3, 5]. Ни один из указанных симптомов не является патогномичным, а развитие клинической картины может растягиваться от нескольких дней до недель [1, 3]. Особенностью представленного случая является то, что топическая симптоматика не соответствовала локализации патологического процесса в позвоночном канале. Так, несмотря на локализацию абсцесса на уровне С6-Th1 позвонков, двигательных и чувствительных нарушений в верхних конечностях не отмечалось. По данным литературы появление неврологической симптоматики может быть связано как с механическим сдавлением спинного мозга, так и с его ишемическим повреждением [3, 6]. Ряд авторов отмечает зависимость между тяжестью неврологической симптоматики непосредственно перед оперативным вмешательством и исходом заболевания [3, 5, 6]. Признается, что срочное хирургиче-

ческое вмешательство в комплексе с антибиотикотерапией является наиболее эффективным методом лечения СЭА [3, 4, 6]. В описанном случае неврологическая симптоматика стала резко прогрессировать у больного уже после госпитализации, что позволило быстро диагностировать СЭА и в кратчайшие сроки произвести хирургическое вмешательство. Учитывая зачастую нетипичную клиническую картину, а также важность данных о точной локализации СЭА, диагностическим методом выбора является МРТ [3, 5, 6]. При помощи МРТ удастся точно установить уровень и протяженность поражения, оценить состояние спинного мозга. Чувствительность и специфичность МРТ при диагностике СЭА составляет по данным литературы более 90% [5, 6]. В качестве альтернативы может быть использована КТ, в том числе КТ-миелография, однако применение этой методики менее предпочтительно из-за «инвазивности», меньшей информативности и лучевой нагрузки [3, 6]. МР-семиотика СЭА достаточно характерна и, в совокупности с клинической картиной, позволяет дифференцировать гнойный эпидурит от других экстрадуральных образований позвоночного канала. Содержимое сформировавшегося абсцесса, как правило, изоинтенсивно спинному мозгу на T1-ВИ и имеет повышенный сигнал на T2-ВИ [3, 7]. Форма эпидурального скопления, как правило, вытянутая, за счет чего процесс вовлекает несколько сегментов позвоночного столба. Контрастное усиление капсулы сформировавшегося абсцесса, как в представленном случае, также является его характерным МР-признаком [7]. В

тех случаях, когда гнойный эпидурит является следствием контактного распространения инфекции из структур позвоночного канала, либо паравертебральных мягких тканей, тактика хирургического лечения может существенно изменяться. Поэтому МР-импульсные последовательности с подавлением сигнала от жировой ткани должны использоваться для поиска очагов воспалительного отека в структуре позвонков, а также в мягких тканях сканируемой области [3].

Заключение.

СЭА является редкой патологией, которая не имеет патогномичных клинических симптомов. Топическая симптоматика СЭА может не соответствовать локализации процесса. В тоже время, из-за опасности развития серьезного неврологического дефицита, СЭА требует как можно более раннего хирургического лечения. Совокупность указанных причин делает диагностику гнойных эпидуритов серьезным вызовом, как для врачей клинических специальностей, так и для лучевых диагностов. Своевременно проведенная МРТ, позволяет правильно определить уровень и спланировать объем оперативного вмешательства, которое является наиболее эффективным методом лечения СЭА.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Гончаров М.Ю., Сакович В.П., Левчик Е.Ю. Спинальный эпидуральный абсцесс. Современные аспекты диагностики и оказания специализированной помощи. Уральский медицинский журнал. 2012; 5: 67-70.
2. Фирсов С.А., Снопко С.В., Корнилова И.В., Туморин Л.С. Гнойные спинальные эпидуриты: скрытая угроза. Тихоокеанский медицинский журнал. 2015; 4: 92-94.
3. Sendi P., Bregenzler T., Zimmerli W. Spinal epidural abscess in clinical practice. QJM. 2008; 101: 1-12.
4. Романенков В.М., Самошенко А.Г. Острый гнойный спи-

нальный эпидурит. Нейрохирургия. 2001; 4: 37-40.

5. Reihnsaus E., Waldbaur H., Seeling W. Spinal epidural abscess: a meta-analysis of 915 patients. Neurosurg Rev. 2000; 232: 175-204.
6. Darouiche R.O. Current Concepts: Spinal Epidural Abscess. N Engl J Med. 2006; 355: 2012-2020.
7. Numaguchi Y., Rigamonti D., Rothman M.I., Sato S., Mihara F., Sadato N. Spinal epidural abscess: evaluation with gadolinium-enhanced MR imaging. Radiographics. 1993; 13: 545-59.

References:

1. Goncharov M.U., Sakovich V.P., Levchik E.U. Spinal epidural abscess. Modern aspects of diagnostics and rendering of the specialized help. Ural Medical Journal. 2012; 5: 67-70 (in Russian).
2. Snopko S.V., Firsov S.A., Kornilova I.V., Tumorin L.S. Purulent spinal epiduritis: a latent threat. Pacific Medical Journal. 2015; 4: 92-94 (in Russian).
3. Sendi P., Bregenzler T., Zimmerli W. Spinal epidural abscess in clinical practice. QJM. 2008; 101: 1-12.
4. Romanenkov V.M., Samoshenkov A.G. Acute purulent spinal

epiduritis. The Russian Journal of Neurosurgery. 2001; 4: 37-40 (in Russian).

5. Reihnsaus E., Waldbaur H., Seeling W. Spinal epidural abscess: a meta-analysis of 915 patients. Neurosurg Rev. 2000; 232: 175-204.
6. Darouiche R.O. Current Concepts: Spinal Epidural Abscess. N Engl J Med. 2006; 355: 2012-2020.
7. Numaguchi Y., Rigamonti D., Rothman M.I., Sato S., Mihara F., Sadato N. Spinal epidural abscess: evaluation with gadolinium-enhanced MR imaging. Radiographics. 1993; 13: 545-59.

ОТЧЕТЫ О НАУЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЯХ

**IV СЪЕЗД ВРАЧЕЙ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА
(20-21 СЕНТЯБРЯ 2016, ОМСК)**

Хомутова Е.Ю.



В городе Омске 20-21 сентября 2016 года состоялся IV-й Съезд врачей лучевой диагностики Сибирского федерального округа. Данное мероприятие стало значительным событием для медицинской общественности города, в частности, и для СФО, в общем.

Съезд прошел в Юбилейный для Омска год – 300-летия со дня основания города и

95-летия со дня основания Омского медицинского университета.

Организаторами Съезда выступили: Министерство здравоохранения Омской области,

ФГБУ ВО «Омский государственный медицинский университет» МЗ России»,

ФГБУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени



И.М. Сеченова» МЗ России,
 ФГБУ «Институт хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России
 Ассоциация радиологов Омской области
 Омская региональная общественная организация «Общество специалистов функциональной и ультразвуковой диагностики»
 Ассоциация лучевых диагностов СФО.
 Информационными партнерами Съезда выступили:

Российский электронный журнал лучевой диагностики,

Официальный орган печати ОмГМУ – «За медицинские кадры»,

Официальный сайт Ассоциации рентгенолаборантов России,

Сайт Виртуальная колоноскопия.

Два последних из перечисленных информационных партнера модерируются сотрудниками кафедры лучевой диагностики ОмГМУ с 2007 года, активно работают, имеют многочисленных подписчиков.

IV Съезд врачей лучевой диагностики СФО получил подтверждение Комиссии по оценке соответствия учебных мероприятий и материалов для Непрерывного Медицинского Образования (НМО) – 12 баллов (кредитов).

Отдельно проходящий в рамках Съезда Симпозиум «Мультидисциплинарный подход к диагностике патологии в ЧЛХ и хирургической стоматологии» получил подтверждение Комиссии по оценке соответствия учебных мероприятий и материалов для Непрерывного Медицинского Образования (НМО) – 6 баллов (кредитов). Оба мероприятия соответствовали установленным требованиям Координационного совета по развитию непрерывного медицинского и фармацевтического образования Министерства здравоохранения РФ.

Концепция Съезда была принципиально новой по сравнению с предшествующими по-

добными мероприятиями. В первый день Съезда состоялись пленарные заседания по трем основным направлениям: рентгенологическому, ультразвуковому и рентгенолабораторному делу. Во второй день Съезда были проведены пять Симпозиумов. Главным направлением Симпозиумов 2 дня Съезда был выбран междисциплинарный подход к обозначенным актуальным медицинским направлениям в СФО. Среди них «Междисциплинарный подход к лучевой диагностике патологии сердечно-сосудистой системы», «Междисциплинарный подход к диагностике гепатопанкреатической патологии», «Междисциплинарный подход к лучевой диагностике патологии в хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии», «Междисциплинарный подход к диагностике колоректального рака» (с проведением в рамках симпозиума Школы практического врача по виртуальной колоноскопии), «Междисциплинарный подход к лучевой диагностике уrogenитальной онкопатологии».

Также в первый день Съезда состоялось Заседание Учебно-методической комиссии по лучевой диагностике и терапии Федерального УМО по укрупненной группе профессий, специальностей и направлений подготовки 31.00.00 «Клиническая медицина».

Подготовительную работу Съезда, раннюю регистрацию участников мероприятий (с марта 2016 года) и сбор рабочих тезисов для публикации освещал специально созданный сайт Съезда – www.radioschoolomsk2016.com.

В работе съезда приняли участие более 850 специалистов из разных городов России (Москва, Санкт-Петербург, Владивосток, Пермь, Барнаул, Томск, Новосибирск, Челябинск, Кемерово, Тюмень, Ханты-Мансийск, Сургут, Чита, Иркутск, Красноярск, Челябинск, др.); стран ближнего зарубежья (Республики Казахстан и Беларусь).

В рамках Съезда прошла выставка ведущих производителей российских и зарубежных производителей медицинского диагностического оборудования и контрастных препаратов, расходных материалов для рентгенохирургических операций и процедур. Были представлены продукты компаний: Амико, Доминанта, Тошиба, Сименс, Байер, ДжиИ Хелскеа, Электрон, Инфамед, Инсайт, СиЭс Медика.

В день, предшествующий официальному началу работы Съезда, состоялась закладка кедровой аллеи на территории Федерального природного парка «Птичья гавань».

IV Съезд врачей лучевой диагностики СФО проходил в залах Омской государственной областной научной библиотеки им. А.С. Пушкина. Приветственный адрес от Губернатора Омской области Назарова А.В. озвучил и.о. ректора ОмГМУ, профессор Охлопков В.А;

прозвучали официальные приветствия от организаторов мероприятия (академика Тернового С.К., зам. министра здравоохранения Омской области Костенко М.Б.). Выступающие отметили высокую актуальность проводимого мероприятия как форума научной и образовательной направленности, способствующего знакомству его участников с актуальными достижениями современной лучевой диагностики, возможность обмена опытом работы между коллегами внутри сообщества лучевой диагностики и с клиницистами профильных направлений, которые также были приглашены к работе в мероприятиях Съезда.

Среди участников Съезда было проведено анкетирование не только для оценки полученных в течение двух дней Съезда знаний, но и для определения условий работы, технической организации производственного процесса на месте. Вопросы анкеты дополнительно касались определения лучших лекторов, иллюстративности докладов, доступности и актуальности изложенного материала.

Среди приглашенных лекторов мероприятий Съезда следует особо отметить академика Тернового С.К., академика Акчурина Р.С., профессоров Серову Н.С., Кармазановского Г.Г., Чжао А.В., Кокова Л.С., Мищенко А.В., Медведева Ю.А., Брюханова А.В., Кинзерского А.Ю. Их доклады были ожидаемы и сопровождалась наибольшим интересом и большим количеством вопросов участников Съезда.

С показателями высокой массовости и большим успехом прошло пленарное заседание направления «рентгенолабораторное дело». Были озвучены и обсуждены ряд самых актуальных на сегодняшний день вопросов для рентгенолаборантов, работающих как в кабинетах традиционной рентгенодиагностики, так и в кабинетах УЗ-диагностики и отделениях радио-



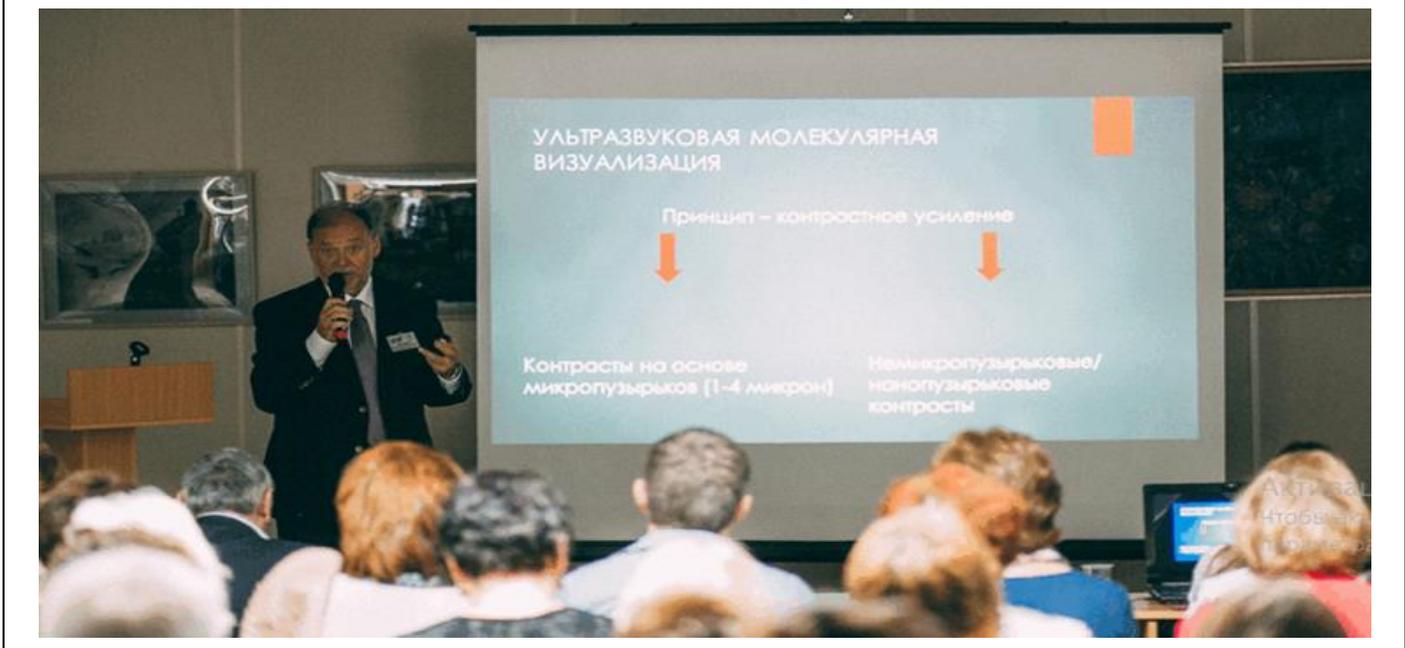
изотопной диагностики, так и в кабинетах КТ и МРТ. Участники заседания приветствовали и высоко оценили активную работу инициированного омскими коллегами, созданного в Омске в 2007 году и до настоящего времени объединяющего неравнодушных к своим профессиональным проблемам рентгенолаборантов, сайта Ассоциации рентгенолаборантов России - <http://xraylab.ucoz.ru/>.

При закрытии съезда были подведены итоги работы, отмечен грамотный, правильный и нестандартный уровень проведения всех мероприятий техническими организаторами, оценен высочайший представительский лекторский состав и уровень изложения докладов. Организаторы Съезда тепло поблагодарили всех докладчиков.

Съезд постановил провести V съезд врачей лучевой диагностики Сибирского федерального округа в городе Иркутске в 2018 году. Президентом съезда единогласно избран доктор медицинских наук Селиверстов Павел Владимирович.















ТРЕБОВАНИЯ К ПУБЛИКАЦИЯМ В ЖУРНАЛЕ

REJR

Российский Электронный Журнал Лучевой Диагностики (REJR, www.rejr.ru) принимает к публикации оригинальные статьи, обзоры литературы, описания клинических случаев, лекции и тезисы докладов конференций.

Публикации принимаются по электронному адресу: rejr@rejr.ru

Публикации должны соответствовать тематике журнала, т.е. касаться следующих направлений – лучевая диагностика, лучевая терапия и интервенционная хирургия.

Публикации в журнале бесплатны.

Все статьи проходят двойное слепое рецензирование членами редакционного совета, а также ведущими специалистами по соответствующим научным и клиническим направлениям.

Требования к публикациям составлены согласно "Единым требованиям к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы (Ann Intern Med 1997;126:36-47)".

1. Статьи принимаются на двух языках: русском и английском.

Для подачи статьи необходимо представить официальное направление от учреждения, в котором выполнена работа, с визой руководителя на первой странице.

Статья направляется в редакцию по электронной почте. Сопроводительные документы могут быть направлены в отсканированном виде и/или обычной почтой.

Сопроводительные документы могут быть направлены в сканированном виде/обычной почтой.

Статья должна быть напечатана шрифтом Times New Roman № 12 через 1,5 интервала. Страницы должны быть пронумерованы.

На первой странице необходимо указать инициалы и фамилию автора (авторов), название статьи, полное название учреждения (учреждений), в котором выполнена работа, город, страна. Обязательно следует указать, в каком учреждении работает каждый из авторов.

Редакция оставляет за собой право при необходимости сокращать, проводить коррекцию текста и оформления статьи без уведомления авторов.

Правила оформления научных статей.

Оригинальные статьи должны иметь следующие разделы: краткое введение, материал и методы исследования, результаты исследования и обсуждение, заключение или выводы.

Случаи из практики должны иметь следующие разделы: введение/актуальность проблемы, данные истории болезни, данные клинического, лабораторного и лучевого обследования пациента, обсуждение полученных результатов, заключение.

Для написания оригинальных статей используются стандарты CONSORT, систематических обзоров и мета-анализов – стандарты PRISMA.

Рекомендуется воспользоваться учебным пособием Н.Г. Поповой, Н.Н. Коптяевой «Академическое письмо: статьи IMRAD» (Попова Н.Г., Коптяева Н.Н. Академическое письмо: статьи IMRAD. Учебное пособие для аспирантов и научных сотрудников естественнонаучных специальностей. Екатеринбург: ИФиП УрО РАН, 2015. 160 с.).

Титульная страница:

На русском языке: заглавие статьи; инициалы и фамилии авторов; принадлежность автора к соответствующему учреждению; полное название учреждений, из которых вышла работа.

На английском языке: заглавие статьи; инициалы и фамилии авторов; принадлежность автора к соответствующему учреждению; полное название учреждений, из которых вышла работа.

Для первого автора необходимо дополнительно указать телефон; e-mail для обратной связи

Структурированное резюме на русском и английском языках, для оригинальных статей и случаев из практики, построенное СТРОГО по схеме:

Цель исследования.
 Материал и методы.
 Результаты.
 Обсуждение.
 Выводы/Заключение.
 Объем резюме 250-300 слов.

Ключевые слова через запятую на русском и английском языках.

При выборе ключевых слов рекомендуется руководствоваться словарем ключевых слов MeSH).

Авторам следует пользоваться современной русскоязычной научной терминологией и не употреблять «кальки» терминов, транскрибированных с иностранных слов. Сокращение слов и названий (не более 3), кроме общепринятых сокращений мер, физических и математических величин и терминов, допускается только с первоначальным указанием полного названия. Узкоспециальные термины должны быть расшифрованы.

Содержание оригинальной статьи.

Введение.

Цель исследования.

Материал и методы.

Результаты.

Обсуждение.

Выводы/Заключение.

Список литературы.

Содержание случаев из практики.

Введение/Актуальность проблемы.

Данные истории болезни.

Данные клинического, лабораторного и лучевого обследования.

Обсуждение.

Заключение.

Список литературы.

Статья должна быть тщательно выверена автором. В математических формулах необходимо четко разметить все элементы: латинские и греческие буквы, надстрочные и подстрочные индексы, прописные и строчные буквы, сходные по написанию буквы и цифры.

Список составляют по правилам оформления пристатейных списков литературы (библиография) для авторов с учетом «Единых требований к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы» Международного комитета редакторов медицинских журналов (Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals).

Библиографические ссылки должны быть пронумерованы, в тексте они даются в скобках в соответствии со списком литературы.

Автор несет полную ответственность за точность данных списка литературы.

Ссылки на рефераты и авторефераты не признаются международным сообществом, поэтому давать их не следует.

Таблицы должны содержать обобщенные и статистически обработанные данные. Каждая таблица должна иметь номер и заголовок. Единицы измерения даются в системе СИ.

Иллюстративный материал (фотографии, рисунки, схемы, диаграммы) прилагается по тексту и отдельным файлом.

К рисунку дается общая подпись, затем объясняют все цифровые и буквенные обозначения. В подписях к микрофотографиям необходимо указать метод окраски и увеличение.

Фотографии должны быть предоставлены в оригинальном виде без применения ретуши и цветокоррекции.

Изображения должны быть представлены в форматах TIFF, JPG (самого высокого качества).

Размер снимка должен быть не менее 1500*1500 пикселей.

Объект съемки должен быть в фокусе.

Ответственность авторов.

Автор обязательно подписывает статью. Коллективная статья должна быть подписана всеми авторами. Ставя под статью свою подпись, автор тем самым передает редакции право на ее издание, гарантирует ее оригинальность и удостоверяет, что ни са-

ма статья, ни рисунки к ней не были опубликованы ранее и не посланы для публикации в другие издания.

При определении авторства рекомендуется руководствоваться критериями ICJME.

Автор должен иметь точную и полную информацию по исследованию, описанному в статье, которая может быть представлена по запросу.

Автор не имеет право представлять одну статью на публикацию в нескольких научных изданиях. В случае использования в статье информации, которая была ранее опубликована, автор обязан указать источник и автора цитируемой информации. Кроме того, автор обязан предоставить редактору копию цитируемой статьи.

Автору необходимо подтвердить, что его статья оригинальна, и указать источники цитируемой информации, при наличии таковой, для получения разрешения ссылки на работы других авторов.

Автор несет ответственность за соблюдение национальных и местных законов при проведении исследований с участием людей и животных.

Автор должен получить разрешение на публикацию от человека (людей), который принимал участие в исследовании, и соблюдать конфиденциальность.

Необходимо заявить о наличии или отсутствии потенциального конфликта интересов (например, конкурирующие интересы, которые, по мнению автора, могут иметь прямое или опосредованное влияние на публикационный процесс) (см. рекомендации ICJME).

При идентификации значительной ошибки в публикации автор обязан незамедлительно сообщить об этом редактору. На протяжении всего процесса публикации автор обязан сотрудничать с редактором и издателем, добавляя, убавляя и исправляя статью, в случае необходимости. При выявлении значительной ошибки, неточности данных и др. после публикации редакция оставляет за собой право изъять опубликованную статью.

Автор полностью берет на себя ответственность за возможный плагиат текста, рисунков и др. Любое нарушение авторских прав будет рассмотрено согласно алгоритму COPE.

При рассмотрении полученных авторских материалов Редакция руководствуется «Едиными требованиями к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы» (Intern. committee of medical journal editors. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals // Ann. Intern. Med. 1997; 126: 36–47), принципами EASE и «Singapore Statement on Research Integrity».

Авторам рекомендуется предоставлять ссылку на свой цифровой профиль в ORCID.

Статьи, представленные с нарушением правил оформления, не рассматриваются.

Корректур авторам не высылаются.

Правила оформления пристатейных списков литературы.

Правила оформления пристатейных списков литературы (библиография) для авторов составлены с учетом "Единых требований к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы" Международного комитета редакторов медицинских журналов (Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals).

Правильное описание используемых источников в списках литературы является залогом того, что цитируемая публикация будет учтена при оценке научной деятельности ее авторов и организаций, где они работают.

Библиографическое описание отечественных журналов полное, иностранные должны соответствовать стилю PubMed или MEDLINE.

Порядок составления списка: 1) автор(ы) книги или статьи (при авторском коллективе до 6 человек включительно упоминаются все, при больших авторских коллективах -- 6 первых авторов "и др.", в иностранных -- "et al."); 2) если в качестве авторов книг выступают редакторы, после фамилии следует ставить "ред.", в иностранных "ed."; 3) название книги и статьи; 4) выходные данные.

Образец списка литературы (состоит из двух частей):

Литература

1. Tasali N., Cubuk R., Sinanoğlu O., Sahin K., Saydam B. MRI in Stress Urinary Incontinence Endovaginal MRI With an Intracavitary Coil and Dynamic Pelvic MRI. *Urology Journal*. 2012; 9 (1): 397–404.

2. Тупкина Н.В., Касян Г.Р., Гвоздев М.Ю., Баринаева М.Н., Пушкарь Д.Ю. Недер-

жание мочи при напряжении после хирургического лечения пролапса тазовых органов. Экспериментальная и клиническая урология. 2014; 2: 98-102.

3. Баринаева М.Н., Солопова А.Е., Гвоздев М.Ю., Годунов Б.Н., Терновой С.К. Магнитно-резонансная томография при стрессовом недержании мочи. Акушерство, гинекология, репродуктология. 2015; 9 (1): 43-52.

References

1. Tasali N., Cubuk R., Sinanoğlu O., Sahin K., Saydam B. MRI in Stress Urinary Incontinence Endovaginal MRI With an Intracavitary Coil and Dynamic Pelvic MRI. Urology Journal. 2012; 9 (1): 397-404.

2. Tupikina N.V., Kasyan G.R., Gvozdev M.Yu., Barinova M.N., Pushkar' D.Yu. Stress incontinence after surgery for pelvic organ prolapse. Experimental and clinical urology. 2014; 2: 98-102 (in Russian).

3. Barinova M.N., Solopova A.E., Gvozdev M.Yu., Godunov B.N., Ternovoy S.K. Magnetic Resonance Imaging for Stress Urinary Incontinence. Obstetrics, gynecology, reproductology. 2015; 9 (1): 43-52 (in Russian).

Оформление книг, монографий, сборников:

Юдин Л.А., Кондрашин С.А. Лучевая диагностика заболеваний слюнных желез. Москва, Видар, 1995. 120 с.

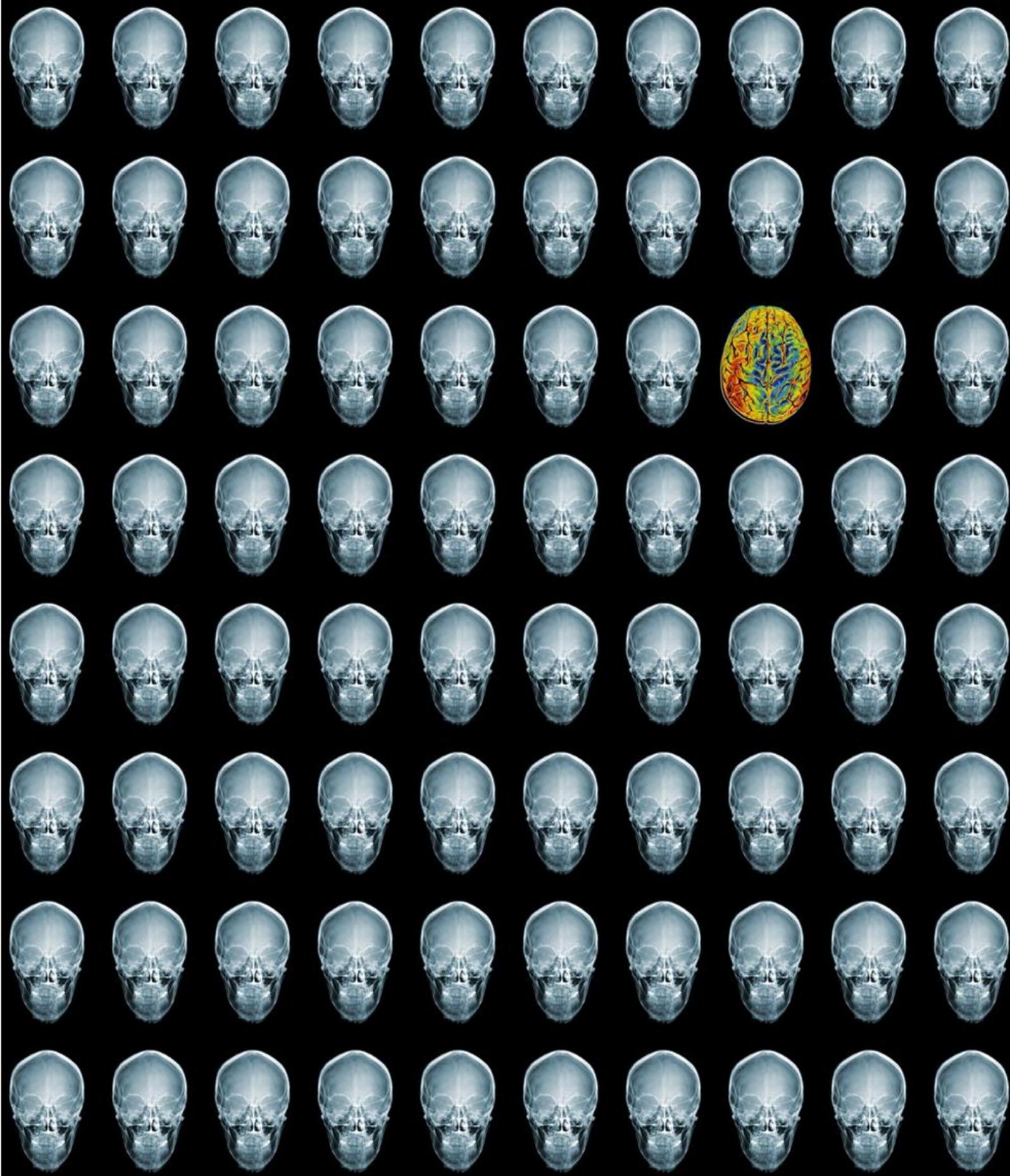
Yudin L.A., Kondrashin S.A. Radiology of the salivary glands diseases. Moscow, Vidar, 1995. 120 p. (in Russian).

Оформление статьи с DOI:

McHugh K., Disini L. Commentary: for the children's sake, avoid non-contrast CT. Cancer Imaging. 2011; 1 (11): 16-18. DOI: 10.1102/1470-7330.2011.0003

Оформление интернет-ресурса:

Chronic respiratory disease (2015). Available at: http://www.who.int/respiratory/other/Pulmonary_hypertension/ru/ (accessed 7 February 2014) (in Russian).



REJR

Том 6. №3. 2016 год.