

СЛУЖБА РАДИОНУКЛИДНОЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ПИРГОВСКОГО ЦЕНТРА: ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Вахромеева М.Н., Зыков А.В.*, Сивохина Н.Ю.,
Вахромеева А.Ю.

ФГБУ «Национальный медико-хирургический
Центр им. Н.И. Пирогова», Москва

DOI: 10.25881/20728255_2022_17_4_1_149

RADIONUCLIDE AND FUNCTIONAL DIAGNOSTICS OF PIROGOV CENTER: ACHIEVEMENTS AND PROSPECTS

Vahromeeva M.N., Zykov A.V.*, Sivohina N.Yu., Vahromeeva A.Yu.
Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow

Резюме. В статье изложена организация службы радионуклидной и функциональной диагностики, цели и задачи службы, проанализирован опыт. Радионуклидная и функциональная диагностика, несмотря на различие физических принципов, позволяет реализовать комплексный подход к диагностике и лечению заболеваний.

Ключевые слова: радионуклидная диагностика, функциональная диагностика, патология сердечно-сосудистой системы.

Abstract. The article describes the organization of the radionuclide and functional diagnostics service, the goals and objectives of the service, and analyzes the experience. Radionuclide and functional diagnostics, despite the difference in physical principles, makes it possible to implement an integrated approach to the diagnosis and treatment of the disease.

Keywords: radionuclide diagnostics, functional diagnostics, pathology of the cardiovascular system.

Qui bene diagnoscit — bene curat
«Кто правильно диагностирует, тот хорошо лечит»
Латинская пословица

Медицинская диагностика сегодня играет решающую роль на всех этапах лечебно-диагностического процесса — от первичной постановки диагноза до детального анализа состояния физиологических систем человеческого организма на протяжении всего этапа лечения и дальнейшего динамического наблюдения.

При современном уровне развития компьютерных технологий и робототехники и их внедрении в медицинскую науку и практику подчас невозможно разделить диагностические и лечебные манипуляции, если они выполняются одновременно.

Диагностическое направление современной медицины, в первую очередь, основывается на стремлении получения изображения и оценки функции органа наименее инвазивным способом, без потери времени и качества исследования. Появление нового высокотехнологичного медицинского оборудования и новых методов диагностики позволяет осуществить поставленные задачи.

Радионуклидная и функциональная диагностика, несмотря на различные физические принципы, положенные в основу этих методов, является комплексом медицинских услуг-вмешательств в виде инструментальных и других исследований, направленных на оценку состояния и тяжести заболевания посредством визуализации структуры и определения степени нарушения функции исследуемых органов и систем организма, его адаптации к внешним и

внутренним воздействиям с целью выбора метода профилактики и лечения заболевания, а также оценки его эффективности.

Именно поэтому служба радионуклидной и функциональной диагностики является неотъемлемой частью любого многопрофильного учреждения, деятельность которого направлена на укрепление и сохранение здоровья населения, подразумевая, прежде всего, комплексный подход к лечению заболеваний и отлаженное взаимодействие высококвалифицированных специалистов различных профилей.

В ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» МЗ РФ задачи представленной службы решаются в рамках отделения радионуклидной и функциональной диагностики, созданного по инициативе руководства и президента академика Ю.Л. Шевченко в соответствии с концепцией развития Центра в 2010 г. (Рис. 1).

Целью создания единого отделения явилось улучшение качества оказания медицинской помощи, создание системы комплексной диагностики, оптимизация деятельности близких по своим функциональным назначениям и клиническим задачам подразделений Центра, повышение экономической эффективности использования диагностического оборудования.

Основной клинической задачей отделения является полное обеспечение лечебного процесса с использованием современных радионуклидных, ультразвуковых и функциональных методов, включая диагностическое обеспечение операционного блока и экстренных служб.

* e-mail: zykav87@mail.ru



Рис. 1. История отделения радионуклидной и функциональной диагностики.

Для решения указанных задач отделение оснащено современным высокотехнологичным оборудованием, позволяющим не только выполнять широкий спектр диагностических процедур, но и проводить фундаментальные научные исследования.

В настоящее время в отделении выполняется более 80 тыс. исследований в год. За 12 лет существования службы радионуклидной и функциональной диагностики не только существенно увеличились объемы диагностических исследований (Рис. 2), но и значительно расширился спектр выполняемых методик.

Основными направлениями клинической деятельности отделения являются:

- радионуклидная диагностика;
- функциональная диагностика сердечно-сосудистой и дыхательной систем;
- ультразвуковая диагностика сердечно-сосудистой системы.

Радионуклидная диагностика

Одним из основных направлений службы радионуклидной диагностики является использование «гибридных» технологий, объединяющих возможности однофотонной эмиссионной компьютерной томографии

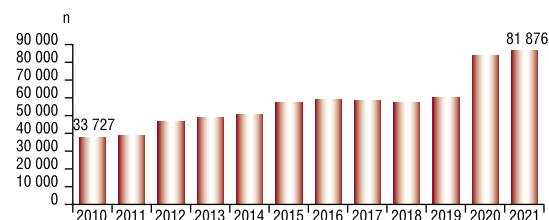


Рис. 2. Динамика объемов исследований, выполненных в отделении радионуклидной и функциональной диагностики в 2010–2021 гг.

(ОФЭКТ) и компьютерной рентгеновской томографии (КТ). Следует отметить, что технологические инновации последних лет с разработкой гибридных систем (ОФЭКТ/КТ, ПЭТ/КТ, ПЭТ/МРТ) еще больше расширили область применения неинвазивных методов исследования органов и систем, благодаря возможности одновременной оценки морфологических и функциональных характеристик заболевания.

После того, как отделение было оснащено двумя современными интегрированными установками ОФЭКТ/КТ (Рис. 3), в клиническую практику Центра был внедрен целый ряд гибридных технологий для обследования пациентов кардиологического, онкологического, неврологического профиля.



Рис. 3. Интегрированные системы ОФЭКТ/КТ «Discovery NM/CT 670» (А) и ОФЭКТ/КТ «Discovery NM/CT 670 DR» (Б).

Так, совместно с хирургами Центра в отделении внедрена и широко используется методика обнаружения «сторожевого» лимфатического узла (СЛУ), его визуализация и маркировка у пациентов с раком молочной железы (Рис. 4, 5).

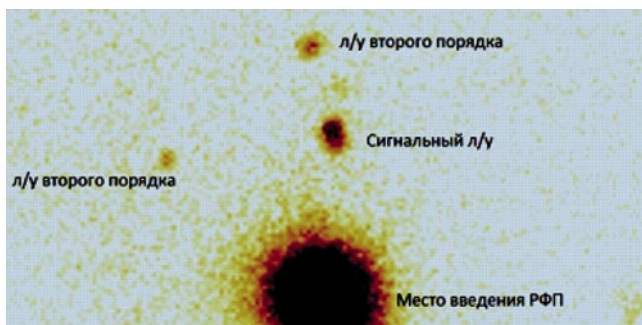


Рис. 4. Лимфосцинтиграфия сигнальных лимфоузлов.

Концепция поиска СЛУ на дооперационном этапе во многом изменила тактику лечения рака молочной железы в плане персонализации в рамках подхода к определению объема оперативного лечения.

Совместно с нейрохирургами и рентгенологами в клиническую практику отделения внедрена и успешно используется методика локализации эпилептогенного очага у больных с фармакорезистентным течением заболевания, МР-негативных формах эпилепсии, мультифокальных и диффузных поражениях головного мозга (Рис. 6). Несмотря на всю трудоемкость методики, ее чувствительность у пациентов с височной эпилепсией достигает 90%.

Использование гибридных систем в ядерной кардиологии позволяет реализовать новый подход к коррекции аттенуации за счет КТ-трансмиссии, улучшая оценку миокардиального распределения радиофармпрепарата



Рис. 5. Поиск и маркировка сигнальных лимфатических узлов с помощью радиоколлоида. Изображения сигнальных лимфатических узлов, полученных после перитуморального введения радиоколлоида у пациентки с раком молочной железы на планарной сцинтиграфии (А), ОФЭКТ (Б) и ОФЭКТ/КТ (В) на дооперационном этапе.

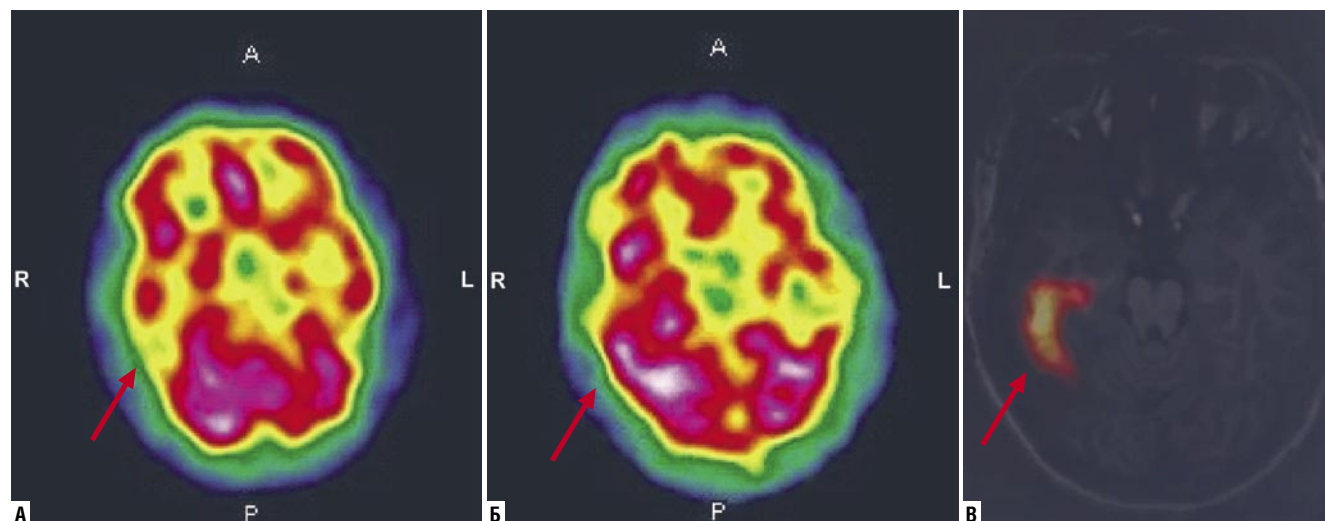


Рис. 6. Оценка церебрального кровотока при эпилепсии. В височной области справа визуализируется зона гипоперфузии на интериктальной ОФЭКТ (А) и зона гиперперфузии на иктальной ОФЭКТ (Б). При субтракционном вычитании полученных изображений и сопоставлении указанных данных с результатами МРТ (В) определяется точная анатомическая локализация эпилептогенного очага.

и исчерпывая проблему артефактов радионуклидных изображений. В диагностическом плане совмещение неинвазивной КТ-ангиографии коронарных артерий с данными визуализации перфузии миокарда позволяет провести комплексную оценку тяжести коронарной патологии за счет определения степени стеноза коронарной артерии и его функциональной значимости, оценки функциональной состоятельности шунтов и стентов в коронарных артериях. Кроме того, гибридные изображения позволяют провести дифференциальную диагностику характера поражения миокарда и определить детальную анатомическую локализацию зон ишемии, гибернированного миокарда и необратимых рубцовых изменений (Рис. 7), что чрезвычайно важно при планировании объема, тактики и оценки эффективности хирургического лечения, особенно с применением альтернативных методов реваскуляризации миокарда, в том числе и широко применяемого в Центре метода индукции экстракардиальной реваскуляризации (ЮрЛеон).

Известно, что перфузионная скintiграфия миокарда с помощью ОФЭКТ и ПЭТ составляет подавляющее большинство из современных клинических процедур ядерной кардиологии. По мнению G.A.Beller методы ядерной кардиологии за последние 20 лет уже в значительной мере помогли снизить риски неблагоприятных исходов у пациентов высокого риска, благодаря их своевременному выявлению, эффективному терапевтическому ведению или более обоснованному направлению на инвазивные вмешательства [1]. По данным Cedars-Sinai Groups (Cedars-Sinai Medical Center, США) среди всех пациентов, направленных на перфузионную ОФЭКТ, доля лиц с выраженной преходящей ишемией миокарда снизилась с 29,6% в 1991 г. до 5,0% в 2009 г. [4].

По результатам проведенного исследования в 20 странах Европы на 1 млн. населения выполняет-

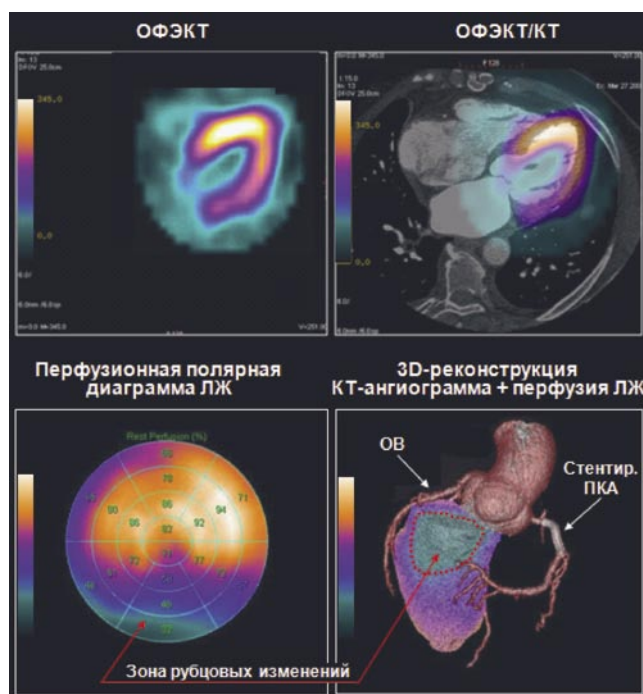


Рис. 7. Совмещенные изображения: ОФЭКТ/КТ-перфузия миокарда ЛЖ с ^{99m}Tc -технетрилом в покое и КТ-коронароангиография. На перфузионной полярной диаграмме миокарда ЛЖ в покое визуализируется зона гипоперфузии в области задней, задне-боковой стенок ЛЖ (базальные, средние и верхушечные сегменты) с распространением на заднюю МЖП. 3D-реконструкция ЛЖ позволяет определить детальную анатомическую локализацию зоны необратимых рубцовых изменений – базальные сегменты задней стенки ЛЖ.

ся 2 300–2 700 ОФЭКТ миокарда в год [3]. В России в целом по стране этот показатель составляет всего лишь 156 скintiграфий на 1 млн. жителей, а по Москве — 701 исследование (данные анкетирования по РФ, за 2018–2020 гг.). Анализируя эту статистику, можно

сказать, что данный вид диагностики в РФ представлен точно, и не доступен в большинстве территорий страны.

Между тем, в Пироговском Центре накоплен огромный опыт по проведению ОФЭКТ миокарда. Еще в 2006 г. по инициативе академика Ю.Л. Шевченко была создана лаборатория по оценке нарушений перфузии миокарда, которая затем вошла в структуру отделения радионуклидной и функциональной диагностики (Рис. 1). В настоящее время востребованность этих исследований крайне высокая, и в последнее время их количество достигает 3500–4000 в год. Около 2000 исследований из них выполняется в сочетании с нагрузочными пробами. Согласно данным анкетирования за 2018–2020 гг. в Москве перфузионная сцинтиграфия миокарда выполняется лишь в 7 клиниках (Рис. 8 А). При этом почти 35% общего объема этих исследований проводится у нас в Центре (Рис. 8 Б).

Такие объемы, вероятнее всего, обусловлены еще и тем фактом, что в отделении представлен практически весь спектр функциональных тестов: физических и фармакологических (Рис. 9), что, в свою очередь, позволяет оказывать диагностическую помощь большему числу пациентов, в том числе имеющим абсолютные и/или относительные противопоказания к тем или иным видам нагрузок.

Помимо общепринятых диагностических задач, которые решаются с помощью перфузионной сцинтиграфии миокарда (диагностика ИБС, выявление стресс-индуцированной ишемии миокарда, дифференциальная диагностика характера поражения миокарда и определение его жизнеспособности в гипоперфузируемой зоне, оценка эффективности реваскуляризации миокарда и т.д.), ОФЭКТ миокарда часто применяется при стратификации рисков в соответствии с разработанным в Центре Протоколом с детально прописанным алгоритмом предоперационной оценки риска сердечно-сосудистых осложнений и подготовки к операции больных некардиохирургического профиля.

Это связано с тем, что ежегодно в Пироговском Центре выполняется более 20 тыс. операций некардиохирургического профиля и, зачастую, пациенты поступают с выраженной сопутствующей патологией и минимальной информацией о состоянии здоровья. В таких условиях ключевой задачей является определение для каждого пациента с высоким кардиальным риском индивидуальных безопасных границ функционирования сердечной системы, позволяющих предотвратить осложнения на всех этапах хирургического лечения.

Комплексная программа обследования включает стратификацию рисков развития кардиальных осложнений с использованием ОФЭКТ миокарда с нагрузочными пробами, по результатам которой определяется зона риска стресс-индуцированной ишемии и безопасный интервал сердечного ритма и артериального давления для каждого пациента.

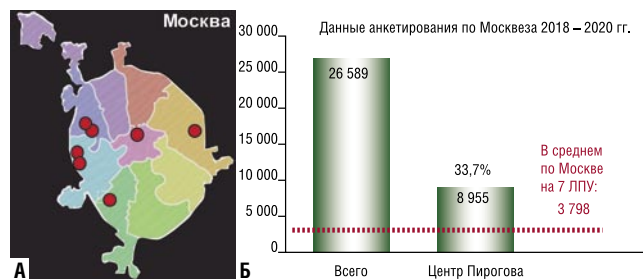


Рис. 8. Распределение лечебных учреждений, занимающихся ядерной кардиологией в Москве (А) и количество проведенных перфузионных сцинтиграфий миокарда за период 2018–2020 гг. (Б).

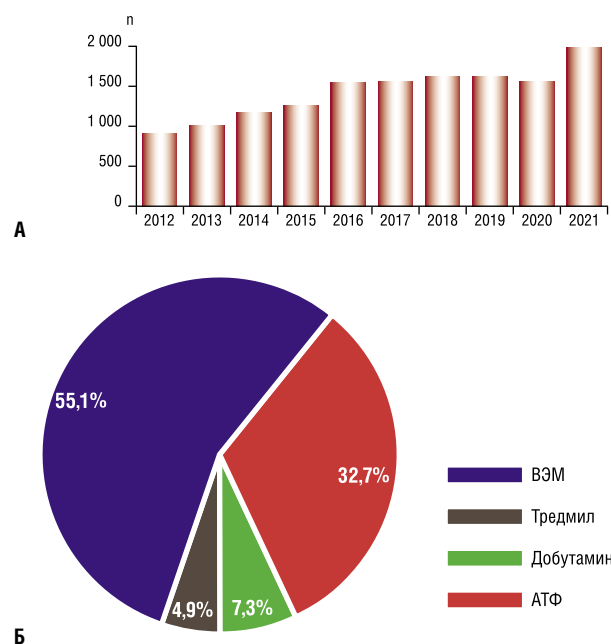


Рис. 9. Нагрузочные тесты при ОФЭКТ миокарда ЛЖ, проводимые в Пироговском Центре за 10 лет (А) и их распределение по видам в 2021 году (Б).

Многочисленные исследования показывают высокую прогностическую роль нормальной миокардиальной перфузии по результатам ОФЭКТ. Доказано, что нормальная миокардиальная перфузия в сочетании с отрицательной нагрузочной пробой позволяет стратифицировать пациентов в группу низкого риска развития сердечно-сосудистых осложнений. При этом даже у пациентов с документированной ИБС при наличии нормальной миокардиальной перфузии ежегодный риск развития кардиоваскулярных осложнений составляет менее 1%. Такие пациенты могут быть безопасно направлены непосредственно на внесердечные хирургические вмешательства. При наличии распространенных стресс-индуцированных («обратимых» и «частично-обратимых») дефектов перфузии с целью стратификации риска развития ишемии миокарда, необходимо первым этапом проведение ряда мероприятий по модификации риска сердечно-сосудистых осложнений (хирургических и/или медикаментозных), а

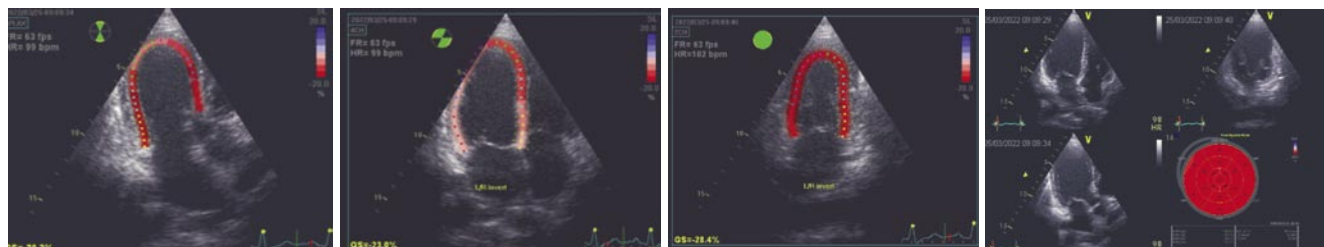


Рис. 10. Оценка глобальной деформации миокарда ЛЖ.

также разработка индивидуальной тактики и стратегии периоперационного ведения и анестезиологического обеспечения оперативного вмешательства [2; 5].

Такой комплексный персонифицированный подход является эффективным инструментом, позволяющим, с одной стороны снизить частоту периоперационных сердечно-сосудистых осложнений, и, с другой, - стандартизировать подходы диагностики и лечения со стороны терапевтов, кардиологов, анестезиологов-реаниматологов и хирургов для своевременного принятия терапевтических и интервенционных решений.

Функциональная диагностика

Широкий спектр исследований выполняется в Центре и по направлению функциональная диагностика (ЭКГ, холтеровское мониторирование ЭКГ и АД, нагрузочные тесты, спирография, ультразвуковые исследования сердца и сосудов, стресс-эхокардиография и т.п.). Активное внедрение в медицину высокотехнологичных методов исследования и компьютерных технологий в полной мере способствует бурному развитию функциональной диагностики. Создание более качественной аппаратуры с современными программными пакетами, совершенствование традиционных и появление новых методик, в том числе и на основе ультразвуковой технологии, приводят к повышению роли функциональных исследований в диагностической сфере медицины.

В Центре внедрена и с успехом применяется система цифровой регистрации, архивирования и передачи ЭКГ. Данная технология предназначена для хранения, доступа и управления обобщенной информацией по всем электрокардиографическим исследованиям, выполненным в разных отделениях стационара. Цифровая технология позволяет многим процессам выполняться быстрее, вести детальный контроль за количеством и качеством ЭКГ, формировать базы данных, выгружать статистику, организовывать учебный процесс на «живых» данных и т.д.

Сегодня ультразвуковая диагностика патологии сердца, магистральных и периферических сосудов входит во все стандарты диагностики и лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы. В настоящее время в Центре используется целый комплекс режимов и способов анализа ультразвуковых изображений сердца и сосудов.

Высокую диагностическую ценность обеспечивают новые возможности программного обеспечения в эхокардиографии. Сочетание улучшенной визуализации,

использование 3D и 4D технологий, оценка глобальной продольной деформации миокарда, использование тканевого доплера, дополнительные возможности анализа структуры, функции правого и левого желудочков, предсердий позволяют более детально оценивать пациентов кардиологического и кардиохирургического профиля на пред- и послеоперационном этапах (Рис. 10). Появление новых 4D TEE датчиков обеспечивает возможность предоперационного моделирования структуры клапанов и, совместно с кардиохирургами, определять объем оперативного вмешательства. Отработанная система TEE интраоперационного контроля эхокардиографии не раз позволяла принять верные, взвешенные решения в сложных хирургических ситуациях (Рис. 11).

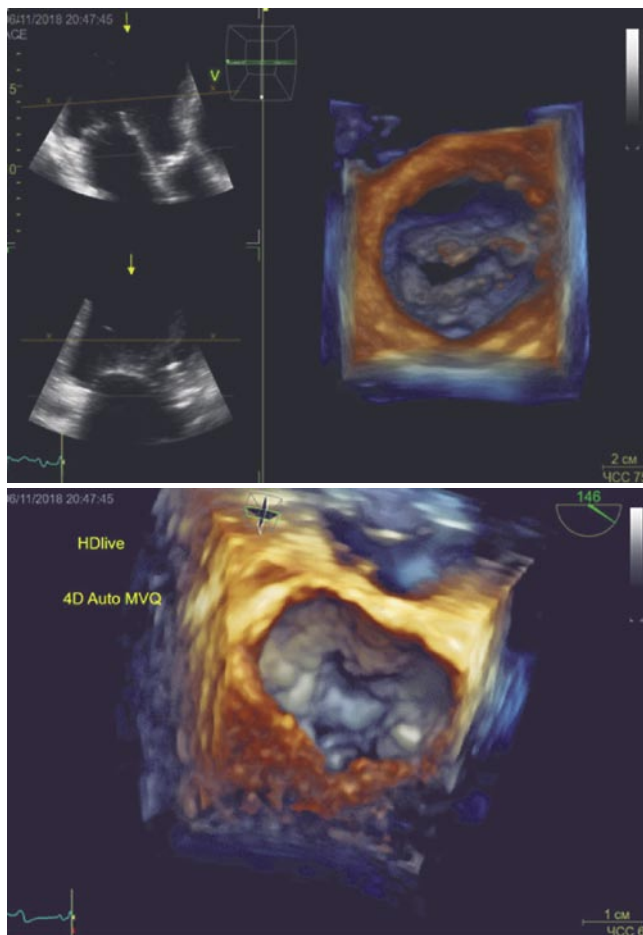


Рис. 11. 4-D моделирование анатомической структуры митрального клапана.

Совместно с отделом цифровых и информационных технологий Пироговского Центра проводится работа по интеграции электрокардиографии и других функциональных исследований, ультразвуковых и скинтиграфических методов диагностики в систему МИС. Данная функция позволит сформировать единую полноценную базу медицинских данных, обеспечит консолидацию кардиовизуализирующих диагностических технологий различных модальностей (ультразвуковых, томографических, электрофизиологических, инвазивных), прикрепленных к идентификатору пациента с возможностью быстрого доступа специалистов из любого структурного подразделения Центра.

В заключение, хотелось бы отметить, что все сотрудники отделения радионуклидной и функциональной диагностики являются частью большой профессиональной команды (кардиологи, врачи-диагносты, сердечно-сосудистые хирурги, рентгеноваскулярные хирурги, и т.д.) во главе с руководством и президентом Центра.

По выражению советского ученого экономиста Я.С. Улицкого: «Хорошо налаженная организация сама воспитывает хороших сотрудников, сама их направляет».

Анализируя все направления работы службы, объединение диагностических подразделений Центра, близких по функциональным назначениям в единую целостную структуру, представляется оправданным

и целесообразным. Такая интеграция специалистов различного профиля с их интеллектуальным и творческим потенциалом, а также аппаратной базы в единую структуру, а также всесторонняя поддержка и участие в развитии службы со стороны Руководства и Президента Центра академика РАН Ю.Л. Шевченко обеспечивают оптимизацию диагностического процесса, максимально эффективную организацию труда, высокое качество и экономичность медицинского обслуживания.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (The authors declare no conflict of interest).

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Beller GA. Future growth and success of nuclear cardiology. J Nucl Cardiol. 2018; 25(2): 375-378. doi: 10.1007/s12350-018-1211-1.
2. Halvorsen S, Mehilli J, Cassese S, et al. 2022 ESC Guidelines on cardiovascular assessment and management of patients undergoing non-cardiac surgery. Eur Heart J. 2022. doi: 10.1093/eurheartj/ehac270.
3. Reyes E, Wiener S, Underwood SR. European Council of Nuclear Cardiology. Myocardial perfusion scintigraphy in Europe 2007: a survey of the European Council of Nuclear Cardiology. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2012; 39(1): 160-164. doi: 10.1007/s00259-011-1923-9.
4. Rozanski A, Gransar H, Hayes SW, et al. Temporal trends in frequency of inducible myocardial ischemia cardiac stress testing: 1991 to 2009. J Am Coll Cardiol. 2013. 61(10): 1054-1065.
5. Vakhromeeva M, Chanakhchian F, Denisenko-Kankiya E, et al. Efficacy of Gated-SPECT in Risk Stratification of Major Adverse Cardiac Events in Patients Over 60 Years with Known or Suspected Coronary Artery Disease Undergoing Noncardiac Surgery. Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging. 2015; 42(1): PW 011, S283.