

К 40-ЛЕТИЮ ПРИСУЖДЕНИЯ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ ЗА ИЗОБРЕТЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ТОМОГРАФА

Шевченко Ю.Л., Карпов О.Э., Броннов О.Ю.*, Китаев В.М.

Национальный медико-хирургический Центр имени Н.И. Пирогова, Москва

УДК: 06.68: 616-073.756.5

DOI: 10.25881/BPNMSC.2019.40.46.001

Резюме. В 2019 г. исполняется 40 лет с присуждения Нобелевской премии за изобретение компьютерного томографа. Изложен путь, пройденный от изобретения рентгеновских лучей и до наших дней. Дана биографическая справка о Вильгельме Конраде Рентгене, Сэре Годфри Хаунсфилде, Алане Кормике.

Ключевые слова: компьютерная томография, Нобелевская премия, Пирогов, рентгенология, ледяная анатомия.

В длинном и извилистом пути эволюции медицины только некоторые личности, профессия которых напрямую не связана с диагностикой заболеваний и лечением больных, получали Нобелевские премии по медицине. Возможно одними из самых значимых лауреатов являются Конрад Вильгельм Рентген, открывший так называемые X-лучи, получивший первый Нобелевскую премию по физике в 1901 г., а также Сэр Годфри Хаунсфилд и Алан Кормик, которые продолжили дело Рентгена.

Сообщение об открытии рентгеновских лучей было сделано в канун нового 1896 года (28 декабря) немецким физиком Вильгельмом Конрадом Рентгеном. Вильгельм Конрад Рентген (Рис. 1) родился 27 марта 1845 года под Дюссельдорфом. С 1888 года Рентген возглавил кафедру физики в университете Вюрцбурга, в 1894 г. его избирают ректором этого университета. Рентген был честным и очень скромным человеком. Когда принц-регент Баварии за достижения в науке награждал учёного высоким орденом, дававшим право на дворянский титул и, соответственно, на прибавление к фамилии частицы «фон», Рентген не счёл для себя возможным претендовать на дворянское звание. Нобелевскую же премию по физике, которую ему, первому из физиков, присудили в 1901 году, учёный принял, но отказался приехать на церемонию вручения, сославшись на занятость. Премия ему переслали почтой.

Применение X-лучей в медицине не заставило себя ждать, поместив руку своей жены Анны Берты (Рис. 2) под воздействие X-лучей, Рентген получил первый снимок, позже названный рентгеновским (8 ноября 1895 г.). Начавшаяся Первая мировая война помогла быстрому распространению рентгенограмм (Рис. 3), особенно в травматологии. Однако, сохранялись проблемы в визуализации внутренних органов, а также головного мозга. Сама

BY THE 40th ANNIVERSARY OF THE AWARD OF THE NOBEL PRIZE FOR THE INVENTION OF COMPUTED TOMOGRAPHY

Shevchenko Yu.L., Karpov O.E., Bronov O.Yu.*, Kitaev V.M.

Federal State Public Institution «National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation

Abstract. In 2019, it will be 40 years since the Nobel Prize was awarded for inventing a computer tomograph. Outlines the path traveled from the invention of X-rays to the present day. Biographical information on Wilhelm Conrad Roentgen, Sir Godfrey Hounsfield, Alan Cormack is given.

Keywords: computed tomography, Nobel prize, Pirogov, radiology, ice anatomy.



Рис. 1. Ученый-физик. Вильгельм Конрад Рентген (1845–1923).



Рис. 2. Первый рентгеновский снимок. Кисть жены Вильяма Конрада Рентгена.



Рис. 3. Передвижной рентгеновский аппарат (1915).

* e-mail: doctorbronnov@gmail.com



Рис. 4. Алессандро Валлебона (1899–1987).



Рис. 5. Сэр Годфри Хаунсфилд (1919–2004).

технология чтения рентгенограмм заставляла учиться этому всю жизнь.

В начале XX века итальянский рентгенолог Алессандро Валлебона (Рис. 4) разработал метод линейной рентгеновской томографии, однако даже такой метод оказался малочувствительным, когда дело доходило до оценки мягкотканых структур. Более полувека эти трудности были неизбежны, пока за решение проблемы не взялись физик и инженер.

Сэр Годфри Хаунсфилд (Рис. 5) родился в Ноттингемшире, Англия в 1919 году. С самого его детства он увлекался различными электрическими гаджетами. Он мог починить сломавшийся механизм на ферме, изготовить звукозаписывающий аппарат, хоть и не блистал оценками в школе. Он даже испытывал сам себя, как было сказано в его речи на получении Нобелевской премии: «Я делал различные опасные исследования чтобы понять принцип полета, запустив себя со стога сена на самодельном планере; я почти взорвал себя во время захватывающих экспериментов с использованием наполненных водой смоляных бочек и ацетилена, чтобы посмотреть насколько они могут улететь. Возможно, моя память меня подводит, но уверен, что однажды мне даже удалось поднять одну бочку на высоту тысячи футов!». Прямо перед Второй мировой войной он вступил в Королевские ВВС, обучился основам электроники и радаров. Сразу же после войны он получил грант и поступил в электротехнический инженерный колледж Фарадея в Лондоне. В 1951 г. Хаунсфилд устроился на работу в компанию EMI (Electrical and Musical Industry) и занимался разработкой управляемых оружейных систем, а также разработкой радаров. В 1958 году он начал работы с компьютерными системами, которые появились на рынке, фактически он был одним из разработчиков первой ЭВМ в Британии. Но в 1967 году компания EMI стала терять интерес к разработкам Хаунсфилда, и когда его спросили, какие еще идеи для инноваций у него есть, он ответил, что давно уже вынашивает план разработки компьютер-

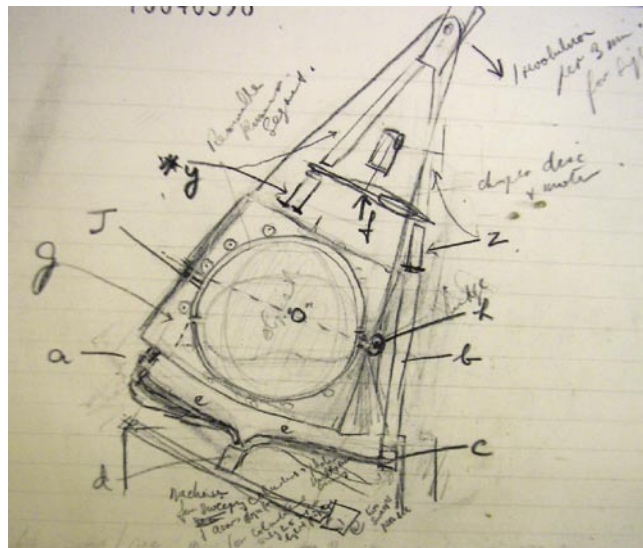


Рис. 6. Схема первого аппарата компьютерной томографии.

ного оборудования и программного обеспечения, чтобы иметь возможность получить трехмерные изображения из рентгеновских снимков, выполненных в различных проекциях. Как он сам писал в своих мемуарах: «Я думал, разве это было бы не прекрасно, если бы я мог получить много рентгеновских снимков, сделанных с различных углов того, что располагается в коробке. Разве это было бы не прекрасно, если бы я мог получить трехмерное изображение того, что спрятано в коробке».

Хаунсфилд длительное время ходил по клиникам Британии и общался с рентгенологами, но большинство из них не поддерживали его идеи. По факту, только двое рентгенологов – Джеймс Амброуз и Луис Крил поддерживали его и стали работать над проектом (Рис. 6). Стоит заметить, что деньги на разработку системы, так как компания по большей части была музыкальной, были заработаны в том числе и группой «The Beatles». Через некоторое время Британское Министерство Здравоохранения также выделило грант на разработку Хаунсфилда, и уже в 1971 г. тестовый аппарат был установлен в больнице Аткинсона Морли, в Уимблдоне. Первым Хаунсфилд отсканировал законсервированный человеческий мозг (Рис. 7), а само сканирование длилось 9 дней. После того как было выполнено 28 тысяч измерений, началась реконструкция изображения, которая длилась 2,5 часа. Контрастности изображения не хватало для того, чтобы можно было дифференцировать окружающие ткани. Первое изображение, полученное Хаунсфилдом, имело разрешение всего 80 × 80 пикселей.

Затем был отсканирован мозг только что убитой коровы, и в конце концов Хаунсфилд решил провести сканирование своего собственного головного мозга. Первого октября 1971 года КТ сканирование на усовершенствованном прототипе КТ «EMI Mark I» было выполнено добровольцу (Рис. 8) с наличием церебральной кисты. Однако, сканирование уже занимало всего 4,5 минуты,



Рис. 7. Первое изображение при проведении КТ. Консервированный человеческий мозг (1971 г.).

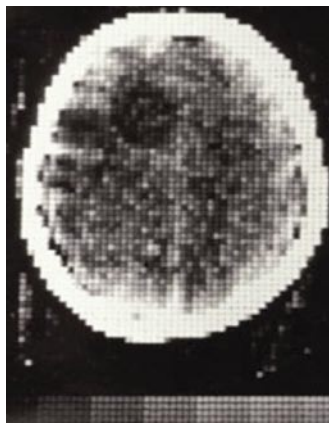


Рис. 8. Первое изображение КТ, полученное у добровольца. Киста правой лобной доли. (1971 г.).



Рис. 9. Ученый-физик Алан Маклауд Кормак (1924–1998).

а реконструкция изображений всего 20 секунд, толщина среза была 13 мм.

Хаунсфилд и ЕМІ получили более 30 наград за разработку первого КТ, а сам Хаунсфилд стал главой отдела по разработке медицинского оборудования компании. До самой большой награды в его жизни оставалось 8 лет. Кормак всю свою жизнь был убежденным холостяком, его основным хобби была работа, а также лыжные прогулки.

Необходимо немного отступить и рассказать про Алана Маклауда Кормака (Рис. 9), который родился в 1924 г. в Кейптауне и закончил местный университет в 1944 г. Он длительное время занимался теоретическими аспектами рентгеновской технологии в госпитале Грооте Схюр в Кейптауне. В 1963 году был издан труд под его авторством, который назывался «Представление функций линейными интегралами с возможностью применения в рентгенологии». Изначально эта работа не имела особого успеха и не привлекла практически никакого внимания. Она, независимо от Хаунсфилда, имела большое зна-

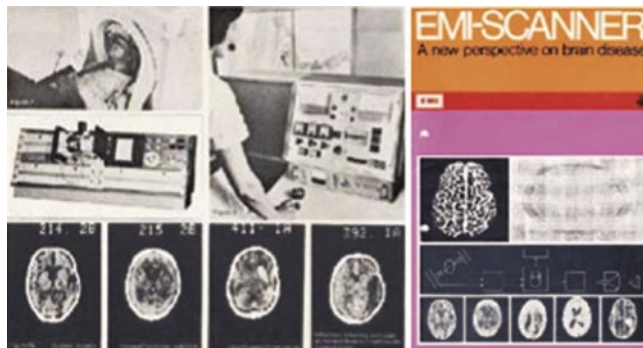


Рис. 10. Рекламный проспект первого КТ сканнера.

чение для аксиальной компьютерной томографии, так как позволяла выполнить все расчеты для проведения исследования и получения изображений. Хаунсфилд же пользовался несколько другой математической моделью, в основе которой лежала реконструкция не всего объема данных, а только лишь по одному срезу, однако, на волне изобретения КТ, работы Кормака стали высоко востребованы. Кроме того, Кормак сделал математические расчеты, не имея таких мощных компьютеров, как Хаунсфилд.

Изначально (1974–1976 гг.) в клиническую практику поступили сканеры (Рис. 10), которые могли выполнять исследования только головного мозга. В своих мемуарах Хаунсфилд отмечал: «Когда мы получили первое изображение головного мозга, мы обнаружили кисту в центральных отделах левой лобной доли, и конечно же все, кто участвовал в проекте, были возбуждены. Но я подумал, так уже было раньше, сначала тебе везет, ты получаешь первые данные, а потом все начинает идти не так, как задумано. Я подумал, что следующие сканы будут очень плохими, и мы исследовали еще 10 пациентов, и все исследования получились. Мы нашли изменения у каждого из этих десяти пациентов. Доктор Амброуз выяснил, что при введении йодсодержащего контрастного препарата внутривенно можно указать точную локализацию опухоли в головном мозге, и получаемое изображение будет еще лучше».

Системы для сканирования всего тела с большой апертурой поступили в продажу в 1976 г. Уже к 1980 г. было выполнено около 3-х миллионов сканирований, их число росло в геометрической прогрессии.

Таким образом, практически независимо друг от друга, Сэр Годфри Хаунсфилд и Алан Маклеод Кормак получили Нобелевскую премию за разработку компьютерной томографии в 1979 году. Интересно, что впервые они встретились на церемонии. Их награждение было уникальным, потому что никогда ранее Нобелевскую премию по медицине не получали физик и инженер.

Изобретение КТ дало гигантский толчок к развитию всей медицины. Были изменены подходы к диагностике и лечению многих заболеваний, а в дальнейшем развилась целая индустрия медицинской визуализации.

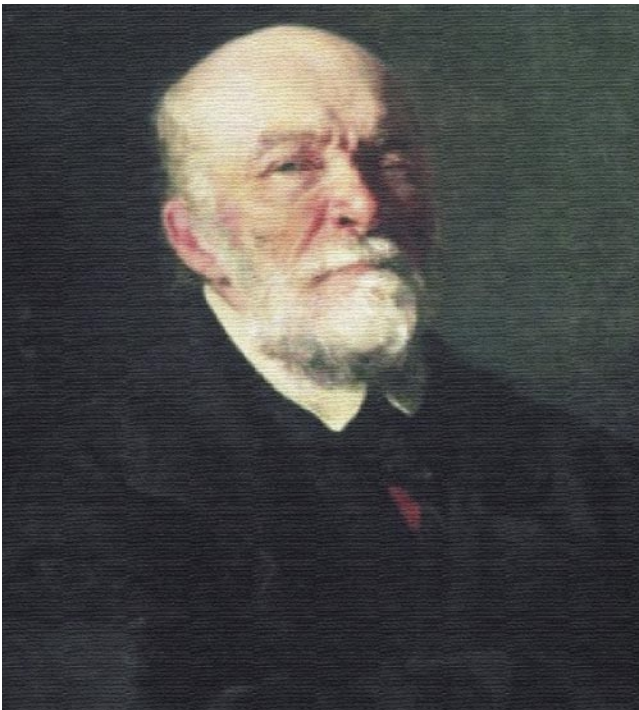


Рис. 11. Николай Иванович Пирогов (1810–1881).

Изобретение томографии предвосхитил Николай Иванович Пирогов (Рис. 11). Василий Иванович Разумовский в 1910 г. о замороженных распилах Пирогова писал следующее: «Его гений использовал наши северные морозы на благо человечества. Пирогов с его энергией, свойственной, может быть, только гениальным натурам, приступил к колоссальному анатомическому труду... И в результате многолетних, неусыпных трудов – бессмертный памятник, не имеющий себе равного. Этот труд обессмертил имя Пирогова и доказал, что русская научная медицина имеет право на уважение всего образованного мира».

Осуществляя свой замысел, Н.И. Пирогов провел многочисленные распилы в трех измерениях замороженных человеческих трупов (Рис. 12). Распилы выполнялись механической пилой, сконструированной наподобие той, которой мастера-краснодеревщики обычно рассекают дерево на тончайшие пластины. Все участки тела распиливались таким образом, чтобы отдельные области замороженного тела разделялись послойно на множество параллельных дисков – либо поперечных, либо продольных, либо переднезадних, либо косых толщиной 1", ½", ¼" (1" – один французский дюйм, равен 2 см). Затем стекло или бумагу разлиновывали на маленькие ровные квадраты и так прикладывали к дискам, чтобы плоскости совершенно совпадали, и просвечивающие части с математической точностью перерисовывали на разлинованную бумагу. Таким способом точнейшим образом были обрисованы расположение и внешний вид областей тела и органов в соответствии с их естественным положением. А чтобы лучше было рассматривать различ-

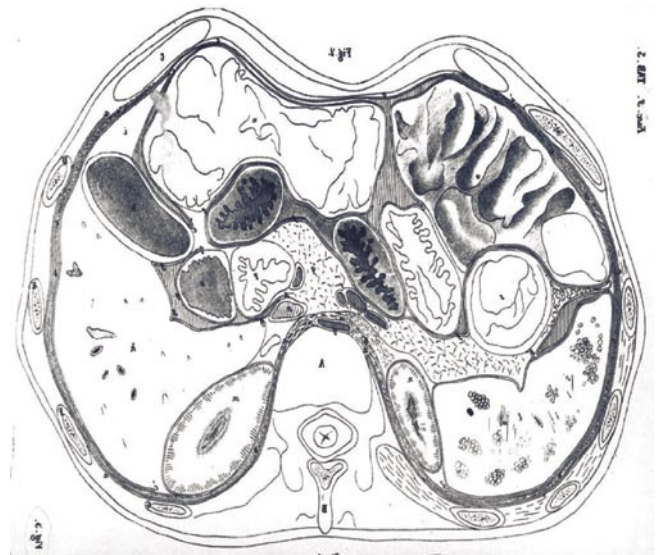


Рис. 12. Иллюстрация из атласа «Ледяная анатомия». Н.И. Пирогов.

ные изгибы перегородок и более глубоко расположенные органы и их границы (например, складки плевры, брюшины, сальники, клапаны сердца), серозная жидкость или замерзшая кровь «распускались теплой водой; слои, соединенные холодом, постепенно раздвигались, кусочки льда осторожнейшим образом удалялись анатомическими щипцами».

Полное издание выдающегося труда Н.И. Пирогова «Иллюстрированная топографическая анатомия распилов, проведенных в трех измерениях через замороженное человеческое тело», или, кратко, «Ледяная анатомия», вышло в свет на латинском языке в 1859 г. в Петербурге. С полным правом и основанием можно утверждать, что создание «Анатомии» является величайшим научным и гражданским подвигом, равных которому не было в истории медицинской науки. Труд состоит из четырех томов. Первый том был посвящен описаниям распилов головы, шеи и позвоночного столба (Рис. 13).

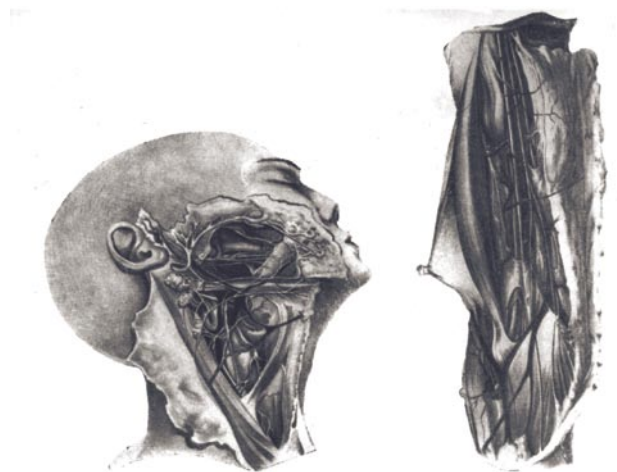


Рис. 13. Иллюстрация из атласа «Ледяная анатомия». Н.И. Пирогов.

Во втором томе представлены поперечные распилы полости грудной клетки, в третьем – поперечные распилы полости живота, мужского и женского таза, в четвертом – распилы, проведенные в трех направлениях через конечности и суставы верхних и нижних конечностей. В этих трудах детальнейшим образом представлены рисунки с подробным объяснением каждого и обозначением входящих в него анатомических элементов. В пояснительном тексте даны скрупулезное описание таблиц, общий обзор топографии той или иной части тела или полости, патологоанатомические заключения. Описана топография фасциальных влагалищ, нервных стволов, сосудов.

В канун 200-летия со дня рождения Николая Ивановича Пирогова по инициативе и приложении усилий президента Пироговского Центра академика Юрия Леонидовича Шевченко был переиздан этот атлас (Рис. 14). Причем впервые в этом издании был выполнен перевод на русский язык авторских комментариев. Примечательно, что юбилейные издания были переданы во многие медицинские институты и университеты страны на безвозмездной основе.

Компьютерная томография в настоящее время распространена повсеместно. КТ-сканеры установлены во всех больницах, ежегодно в мире проводится несколько сотен миллионов сканирований. За последние 40 лет компьютерная томография ворвалась в жизнь врачей и семимильными шагами прошла эволюцию от 28 часового сканирования, до сканирования за один удар сердца.



Рис. 14. Юрий Леонидович Шевченко, президент Пироговского Центра и основатель музея Н.И. Пирогова.

Современные компьютерные томографы позволяют реконструировать тысячи изображений за считанные секунды, сканировать любую часть тела, сосуды, проводить динамические исследования. Постпроцессинг позволяет получить трехмерные изображения высокой четкости, с реалистичным рендерингом. Современные двухэнергетические томографы могут работать в спектральном режиме, с возможностью дифференцировать различные вещества. Ежегодно в мире выполняется более 200 миллионов сканирований.

Компьютерные томограммы позволяют клиницистам увидеть тело человека в таких проекциях, которые в реальных условиях недостижимы. При изучении этих данных хирург может выполнить «виртуальную операцию», когда на экране монитора, манипулируя изображениями, созданными на основе трехмерных реконструкций он рассчитывает возможный вариант оперативного вмешательства (Рис. 15, 16). Кроме того, в настоящее время в связи с прогрессом в разработке искусственного интеллекта и трехмерных систем появились такие возможности, как использование «дополненной реальности» (Рис. 17, 18). Хирург использует данные, полученные при лучевых исследованиях, с помощью наложения и позиционирования система самостоятельно выводит на визуальную систему проекцию органов и патологических изменений, совмещая с положением тела пациента. Именно совместные усилия рентгенолога и хирурга позволяют рассчитывать на существенный прогресс в решении диагностических и хирургических задач.

Таким образом, в основании многих достижений современной медицины как в области лучевой диагностики, так и в клинической практике лежат выдающиеся масштабные труды и научный вклад Н.И. Пирогова в топографическую и патологическую анатомию. Величайшие работы Н.И. Пирогова оказались пророческими для дальнейшего развития и усовершенствования рентгенологических методов исследования, повышения технологий и диагностических возможностей лучевых методов,



Рис. 15. Иллюстрация из атласа «Ледяная анатомия». Н.И. Пирогов.

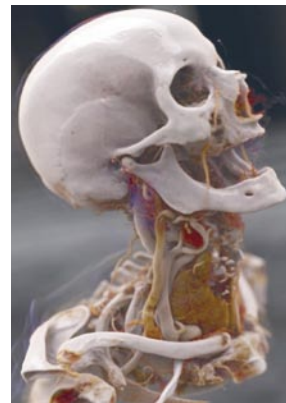


Рис. 16. Современный «кинематографический рендеринг КТ».

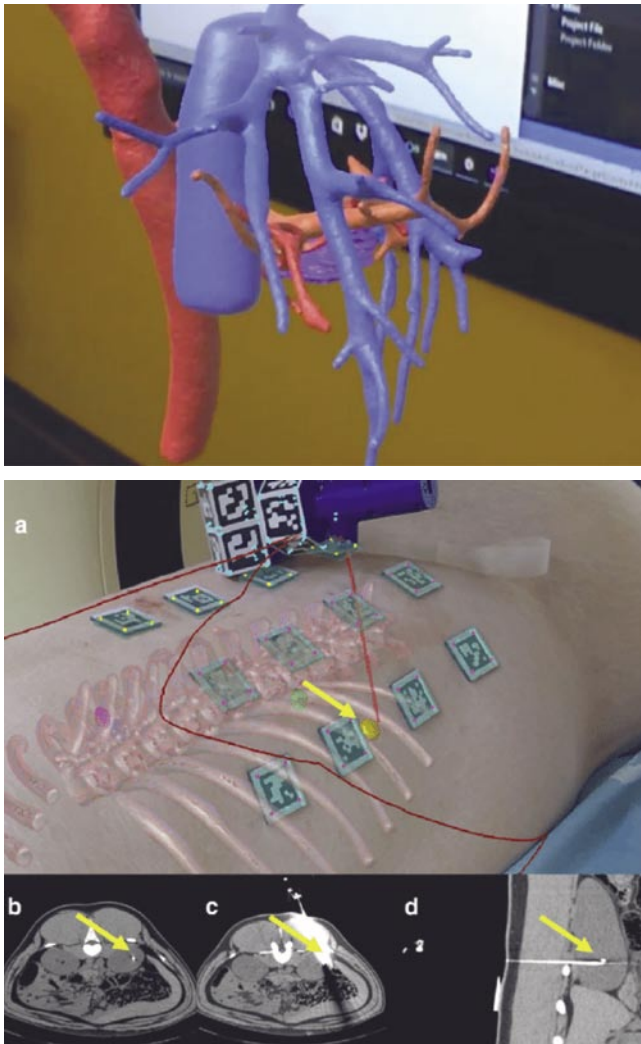


Рис. 17, 18. «Дополненная реальность». Наложение данных КТ ангиографии и МРТ.

которые в будущем медицинской практики достигнут наивысшего уровня.

Неослабевающее внимание руководства Пироговского Центра в лице его генерального директора, члена-корреспондента РАН О.Э. Карпова и президента академика РАН Ю.Л. Шевченко к технической оснащенности Центра и повышению профессиональных навыков врачей, в том числе отделения лучевой диагностики, гарантирует широкое внедрение инновационных разработок в области визуализации в арсенал службы.

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

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Шевченко Ю.Л. «Я бескорыстно посвятил свою жизнь служению истине и отечеству» / Актовая речь к 195-летию со дня рождения Н.И. Пирогова. — М., 2005. [Shevchenko YuL. "Ya beskorystno posvyatil svoyu zhizn' sluzheniyu istine i otechestvu." Aktovaya rech' k 195-letiyu so dnya rozhdeniya N.I. Pirogova. Moscow; 2005. (In Russ).]
2. Шевченко Ю.Л. От «Ледяной анатомии» до компьютерной томографии / Актовая речь к 150-летию со дня издания Н.И. Пироговым «Иллюстрированной топографической анатомии распилов, произведенных в трех измерениях через замороженное человеческое тело». — М., 2009. [Shevchenko YuL. Ot "Ledyanoi anatomi" do komp'yuternoi tomografii. Aktovaya rech' k 150-letiyu so dnya izdaniya N.I. Pirogovym «Ilyustrirovannoi topograficheskoi anatomii raspilov, proizvedennykh v trekh izmereniyakh cherez zamorozhennoe chelovecheskoe telo». Moscow; 2009. (In Russ).]
3. Шевченко Ю.Л., Китаев В.М. «Ледяная анатомия» Н.И. Пирогова прообраз современных лучевых изображений // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. — 2010. — № 9. — С. 4–8. [Shevchenko JuL, Kitaev VM. Pirogov's "ice anatomy" - a prototype of modern radiological imaging. Khirurgiia (Mosk). 2010;(9);4–8. (In Russ).]
4. nobelprize.org [Internet]. Godfrey N. Hounsfield – Biographical. Nobel Media AB 2019 [cited 2019 Jul 12]. Available at: <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1979/hounsfield/biographical/>.
5. Richard W, Bates S, Beckmann L, Thomas A. Godfrey Hounsfield: Intuitive Genius of CT. London, UK: The British Institute of Radiology; 2012. 276 p.