DOI: 10.17117/na.2015.07.889

Поступило в редакцию: 27.07.2015

<http://ucom.ru/doc/na.2015.07.889.pdf>

**Осмоналиев И.Ж., Гизатуллин Б.И., Байкеев Р.Ф.,
Зарипов Т.А., Дрогиницкий М.М., Скирда В.Д.,
Зайдуллин С.С., Хазиахметов А.Р., Михайлов Д.Г.
МР минитомограф в практике идентификации
топографии анатомических структур верхней и
нижней конечности**

**Osmonoliyev I. Z.H., Gizatullin B.I., Baikееv R.F., Zaripov T.A.,
Droginitsky M.M., Scirda V.D., Zaydullin S.S., Khaziakhmetov A.R.,
Mikhailov D.G.**

**MR miniscanner in the practice of identification of the
topography of the upper and lower limb structures**

Специалисты по хирургии верхних или нижних конечностей на этапе планирования операции нуждаются в получении 3D изображения области интереса. Мини-томограф рекомендуется к применению в практике идентификации топографии анатомических структур верхних и нижних конечностей в условиях профильного и непрофильного стационара. Использование авторской полуавтоматической системы обработки данных МР томографии с использованием интегрированной среды разработки позволяет получать изображение произвольного сечения анатомических структур верхних и нижних конечностей

Ключевые слова: конечность, мини МР томограф, изображение анатомических структур

Осмоналиев Икар Жетигенович

Кандидат медицинских наук, ассистент, врач
травматолог-ортопед
Городская клиническая больница 7
г. Казань, ул. Маршала Чуйкова, 54

Гизатуллин Булат Ильдарович

Кандидат физико-математических наук, научный
сотрудник
Казанский (Приволжский) федеральный
университет
г. Казань, ул. Кремлевская, 18

Specialists in surgery of the upper or lower extremities at the planning stage operations need to obtain 3D images of the region of interest. Mini scanner is recommended for use in the practice of identifying the topography of anatomical structures of the upper and lower limbs in conditions of profile and non-profile hospital. Using the author's semi-automatic data processing system of MR imaging with an integrated development environment allows you to obtain an image of an arbitrary cross section of anatomical structures of the upper and lower extremities

Key words: limb, mini MR scanner, the image of anatomical structures

Osmonoliyev Ikar Zhetigenovich

Candidate of Medical Science, Assistant, doctor
traumatologist orthopedic
City clinical hospital 7
Kazan, Marshal Chuikov st., 54

Gizatullin Bulat Ildarovich

Candidate of Physical-mathematical Science,
Researcher
Kazan (Volga) federal university
Kazan, Kremlevskaya st., 18

Байкеев Рустем Фрунзевич

Доктор медицинских наук, профессор
Казанский государственный медицинский
университет
г. Казань, ул. Бутлерова, 49

Baikeev Rustem Frunzevich

Doctor of Medical Science, Professor
Kazan state medical university
Kazan, Butlerov st., 49

Зарипов Тимур Айдарович

Аспирант
Казанский (Приволжский) федеральный
университет
г. Казань, ул. Кремлевская, 18

Zaripov Timur Aidarovich

Graduate
Kazan (Volga) federal university
Kazan, Kremlevskaya st., 18

Дрогиницкий Михаил Михайлович

Инженер
Казанский (Приволжский) федеральный
университет
г. Казань, ул. Кремлевская, 18

Droginickiy Mikhail Miklailovich

Engineer
Kazan (Volga) federal university
Kazan, Kremlevskaya st., 18

Скирда Владимир Дмитриевич

Доктор физико-математических наук, профессор,
заведующий кафедрой
Казанский (Приволжский) федеральный
университет
г. Казань, ул. Кремлевская, 18

Skirda Vladimir Dmitrievich

Doctor of Physical-mathematical Science, Professor,
Head of Department
Kazan (Volga) federal university
Kazan, Kremlevskaya st., 18

Зайдуллин Сергей Сагитович

Кандидат технических наук, доцент
Казанский научно-исследовательский
технологический университет
г. Казань, ул. Карла-Маркса, 10

Zaidullin Sergey Sagitovich

Candidate of Engineering Sciences, Associate
Professor
Kazan scientific-research technological university
Kazan, Karla-Marksa st., 10

Хазиахметов Артур Радикович

Инженер программист
Казанский научно-исследовательский
технологический университет
г. Казань, ул. Карла-Маркса, 10

Khaziakhmetov Artur Radikovich

Engineer of the information technologies
Kazan scientific-research technological university
Kazan, Karla-Marksa st., 10

Михайлов Денис Геннадьевич

Магистр
Казанский научно-исследовательский
технологический университет
г. Казань, ул. Карла-Маркса, 10

Mikhailov Denis Gennadievich

Master
Kazan scientific-research technological university
Kazan, Karla-Marksa st., 10

Специалисты по хирургии верхних или нижних конечностей на этапе планирования операции нуждаются в получении 3D изображения области интереса. Оптимальным методом для этого служит МР томография.

Основные составляющие части как верхней, так и нижней конечности: костный скелет (ossa), связки (ligamentis), мышцы (musculis), кровеносные сосуды (sanguis vasa), нервы (nervis), кожа (cute).

Кисть (manus) дистальная часть верхней конечности, скелет которой составляют из восьми коротких губчатых костей запястья, пяти пьстных и 15 фаланг пальцев кисти. Нижние концы лучевой и локтевой костей соединяются

с костями запястья, образуя сложный лучезапястный сустав, в котором возможно вращение по всем трём осям.

Предплечье (*antebrachium*) средний сегмент верхней конечности. Скелет предплечья образован локтевой и лучевой костями. Обе кости по всей длине соединены межкостной перепонкой, их проксимальные концы принимают участие в образовании локтевого сустава; дистально лучевая кость участвует в образовании лучезапястного сустава.

По анатомической номенклатуре плечом (*brachium*) считается верхний отдел свободной верхней конечности, который начинается от плечевого сустава и заканчивается локтевым сгибом. Плечо содержит только одну кость – плечевую.

Доля заболеваний верхней конечности распределяется следующим образом: врожденные деформации до 3%, опухоли и опухолевидные заболевания кисти 8,2%. Гнойные заболевания верхней конечности составляют 45-50% больных [3, 8]. При этом определяется возрастание количества случаев, связанных с гнойным поражением глубоких тканей верхней конечности (костного, костно-суставного и сухожильного аппаратов, лимфатических узлов) [2, 5]. Около 80% всех повреждений составляют повреждения опорно-двигательного аппарата, а из них около половины – травмы верхних конечностей.

Стопа (*pes*) дистальный отдел нижней конечности представляет собой свод, который непосредственно соприкасается с поверхностью земли и служит опорой при стоянии и передвижении.

Крайние пальцы ног человека, по аналогии с пальцами руки, называются большим пальцем и мизинец, а остальные три называют номерами II, III, IV, начиная счёт с большого пальца. Обобщённый участок свода и пятки могут называть предплюсной, а пальцы с подушечкой носком или мыском.

Голень (*crus*) часть нижней конечности человека от колена до пятки, состоит из большеберцовой, малоберцовой костей, надколенник. В составе голени различают переднюю и заднюю области, граница между которыми снаружи проходит от заднего края головки малоберцовой кости к заднему краю наружной лодыжки, а внутри – по внутреннему краю большеберцовой кости.

Бедро (*femur*) проксимальная часть нижней конечности человека между тазобедренным и коленными суставами. Бедро имеет одну кость – бедренную, движения которой (сгибание, разгибание, вращения, абдукция, аддукция) управляются несколькими группами мышц.

Тенденция в части частоты заболеваний нижней конечности следующая: рост числа больных с сосудистой патологией, сахарным диабетом, увеличение количества травм в результате военных конфликтов, транспортных катастроф приводят к увеличению количества ампутаций конечностей [4, 7].

Инвалидность вследствие патологии сосудов нижних конечностей является актуальной проблемой для органов, как здравоохранения, так и социальной защиты. В общей структуре сердечнососудистых заболеваний 20 % составляют атеросклеротические окклюзии артерий нижних конечностей [1]. Особенностью этой патологии является неуклонное прогрессирование процесса с высоким риском потери конечности и ее сегментов, что значительно сни-

жает трудоспособность, качество жизни пациентов и пополняет контингент потенциальных инвалидов [6, 9]. В настоящее время в структуре первичной инвалидности среди взрослого населения преобладают инвалиды вследствие болезней системы кровообращения, злокачественных новообразований и болезней костно-мышечной системы, которые составляют 73-74 % от общего числа инвалидов в Российской Федерации [6].

Цель исследования: провести анализ топографии анатомических структур верхней и нижней конечности в норме на минитомографе.

Задачи исследования: идентифицировать анатомические структуры по данным МР томографии с использованием минитомографа и разработать компьютерную программу, позволяющую в полуавтоматическом режиме получать 2D изображение произвольного сечения анатомических структур верхней и нижней конечности.

Объект исследования: клинически здоровые добровольцы мужчины – 3, женщин – 2 человека.

Методы и объект исследования: исследование проведено на базе кафедры молекулярной физики института физики, Казанский (Приволжский) Федеральный Университет. Использовался магнитно-резонансный минитомограф на базе сверхпроводящего магнита туннельной конструкции ТМР «MobiRT-122x» (далее по тексту – томограф), который является малогабаритным медицинским диагностическим аппаратом, предназначенным для получения изображений суставов конечностей в плоскопараллельных срезах в трех основных сечениях (аксиальный, корональный и сагиттальный).

Технические характеристики: Напряженность магнитного поля – 1.5 Т, неоднородность магнитного поля в цилиндре 160 мм × 160 мм – не более 10 ppm, зазор МС для размещения конечности пациента – 160 мм, максимальные градиенты – 15 мТ/м; Диапазон частот – 64 МГц, катушка типа «птичья клетка». Последовательности сканирования 2D спин – эхо (SE), TR=300 мс, TE=14 мс. Характеристики изображений минимальная толщина слоя – 3 мм в режимах 2D, 1 мм в режиме 3D размер матрицы изображения – от 64x64 до 512x512. База данных состоит из двух частей – собственно выполняемой программы TomBase.exe и серверной части, использующей Microsoft SQL Server MSDE. При работе в сети SQL Server устанавливается только на одном компьютере (рабочей станции), а копии программы TomBase.exe должны быть установлены на каждом из компьютеров сети.

Разное программное обеспечение современных МР томографов, позволяет создавать 2D или 3D изображения, основанные на регистрируемых сигналах в различных режимах работы прибора.

Перечень возможностей включает изолированную визуализацию вен и артерий и иных анатомических структур в случае их контрастного изображения по сравнению с прочими структурами. С этой целью применяется контрастирование. Используется вариант обработки томограмм обозначаемый как метод максимальной интенсивности проекции.

Однако и эта система технологии построения изображения имеет свои ограничения.

Главенствующим из которых является невозможность для врача – исследователя произвольно менять перечень проекций при построении изображений, ввиду отсутствия технических условий для изменения программных обеспечения, что предусмотрено производителем МР – томографа.

Одним из вариантов получения произвольной проекции является построение 2D или 3D изображения непосредственно из самого МРТ изображения, фактически «поверх его».

При нашем подходе была использована полуавтоматическая система обработки данных МР топографии кисти пальцев с использованием интегрированной среды разработки. Для исполнения программы, написанной на языке Java, использовали исполняемую среду Java, роль которой выполняла виртуальная машина Java (JVM – Java Virtual Machine).

Для разработки и исполнения программ использовали компилятор Java интерпретатор байт-кода с набором стандартных библиотек. Все это входило в состав пакета для разработки программ, выпускаемых фирмой Sun Microsystems, Java Development Kit-JDK.

В качестве расширяемой среды разработки использовалась Eclipse с открытым исходным кодом (Open Source). Платформа Eclipse в сочетании с JDT включала многие из возможностей, которые включаются в коммерческие IDE: редактор с подсветкой синтаксиса, инкрементальная компиляция кода, потокобезопасный отладчик, навигатор по классам, менеджеры файлов и проектов, а также интерфейсы к стандартным системам контроля исходных текстов, таким как CVS и Clear Case.

Для запуска разработанного программного обеспечения необходим персональный компьютер, соответствующий следующим минимальным системным требованиям: 1. Операционная система Windows XP x86, Windows XP x64 (или выше), 2. Видеокарта с полной поддержкой OpenGL 2.0 (встроенные решения Intel не поддерживаются), 3. Установленное окружение исполнения Java x86 или Java x64 (Java Runtime Environment).

Целевыми срезами по Пирогову было исследованы уровень поперечного сечения средней трети предплечья, плеча, голени, бедра.

Ограничением для исследования верхней трети бедра явился диаметр магнита минитомографа (16·10-2 м).

На уровне средней трети предплечья визуализируются следующие анатомические структуры: кожа; подкожно-жировая клетчатка; фасция antebrachii; вены – cephalica, basilica, intermedia antebrachii; мышцы – palmaris longus, flexor digitorum superficialis, flexor carpi ulnaris, flexor digitorum profundus, extensor carpi ulnaris, extensor digiti minimi, extensor pollicis longus, extensor digitorum, abductor pollicis longus, extensor carpi radialis brevis and longus, flexor pollicis longus, brachioradialis, flexor carpi radialis; артерии – ulnaris, radialis, interossea anterior and posterior; нервы – medianus, ulnaris, radialis, interosseus (antebrachii) anterior and posterior; мембрана – interossea; кости – radius, ulna.

На уровне средней трети плеча визуализируются следующие анатомические структуры: кожа; подкожно-жировая клетчатка; фасция brachii; вены – cephalica, basilica, brachiales; мышцы – biceps brachii, brachialis, triceps (caput

mediale, laterale, longum); артерии – brachialis, collateralis ulnaris superior, collateralis radialis, media; нервы – medianus, ulnaris, radialis, musculocutaneus, cutaneus antebrachii medialis, cutaneus antebrachii posterior, cutaneus brachii medialis; перегородки – intermusculare brachii mediale and laterale; кость – humerus.

На уровне средней треть голени визуализируются следующие анатомические структуры: кожа; подкожно-жировая клетчатка; фасция cruris (глубокий листок); вены – saphena magna, tibiales anteriores and posteriores, peroneae (fibularis), saphena parva; мышцы – tibialis anterior and posterior, flexor digitorum longus, flexor hallucis longus, soleus, gastrocnemius (caput mediale, laterale), peroneus fibularis (longus, brevis), extensor digitorum longus, extensor hallucis longus, plantaris tendo; артерии – tibialis anterior and posterior, peroneae (fibularis); нервы – saphenus, tibialis, cutaneus surae medialis and lateralis, peroneus fibularis superficialis and profundus; перегородки – intermusculare cruris anterior and posterior; мембрана – interossea; кости – tibia, fibula.

На уровне средней треть бедра визуализируются следующие анатомические структуры: кожа; подкожно-жировая клетчатка; фасция lata; вены – saphena magna, femoralis, profunda femoris; мышцы – sartorius, adductor longus, gracilis, adductor brevis, adductor magnus, semimembranosus, semitendinosus, biceps femoris (caput breve and longum), vastus (lateralis, intermedius, medialis), rectumfemoris; артерии – femoralis, profunda femoris; нервы – saphenus, ischiadicus; перегородки – intermusculare mediale and laterale, intermusculare cruris posterior; кость – femur.

В практической работе хирурга при операции на конечности важно получение не столько 2D изображения, а именно 3D изображения анатомической зоны хирургического интереса. Использованное программное обеспечение позволило получить ряд преимуществ 3D MPT технологии по сравнению с традиционными подходами показанными на примере верхней и нижней конечности.

Вывод:

– минитомограф рекомендуется к применению в практике идентификации топографии анатомических структур верхних и нижних конечностей в условиях профильного и непрофильного стационара.

– использование авторской полуавтоматической системы обработки данных МР томографии с использованием интегрированной среды разработки позволяет получать 3D изображение произвольного сечения анатомических структур верхних и нижних конечностей.

Список литературы:

1. Абалмасов К.Г., Бузиашвили Ю.И., Морозов К.М., Папоян С.А. Качество жизни больных с хронической ишемией нижних конечностей // *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2004. Т. 10. № 2. С. 8-13.
2. Воробьев В.В., Лисицын А.С., Безуглый А.В. Первой в России кафедре амбулаторной хирургии 25 лет // *Стационарозамещающие технологии. Амбулаторная хирургия*. 2009. № 3/4. С. 39-40.
3. Коньчев А.В. Гнойно-воспалительные заболевания верхней конечности. СПб.: Невский диалект. 2002. 352 с.

4. Пирожкова Т.А., Макеева Л.А., Колосова Л.М. Анализ первичной инвалидности среди больных с последствиями повреждений нижних конечностей // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2000. № 3. С. 36-38.
5. Протченко М.А. Структура гнойных заболеваний в войсковом звене медицинской службы // Актуальные проблемы хирургической инфекции в догоспитальном звене медицинской службы Вооруженных сил РФ. СПб. 2001. С. 88-90.
6. Пугиев Л.И. Динамика первичной инвалидности у лиц молодого возраста в РФ и ее субъектах // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2008. № 12. С. 20-22.
7. Соколов А.Г., Чооду Ш.В. Стандартизация медицинских технологий, реабилитация в ангиологии и сосудистой хирургии // Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. 2006. С. 100-101.
8. Чадаев А.П., Алексеев М.С. Пути улучшения амбулаторной помощи больным с гнойными заболеваниями пальцев и кисти // Стационарозамещающие технологии. Амбулаторная хирургия. 2001. № 3. С. 32-33.
9. Черненко В.Ф., Гончаренко А.Г., Шувалов А.Ю. и др. Потеря трудоспособности и динамика инвалидизации больных с поражением сосудов конечностей // Ангиология и сосудистая хирургия. 2005. Т. 11. № 2. С. 21-26.

© 2015, Осмоналиев И.Ж., Гизатуллин Б.И., Байкеев Р.Ф., Зарипов Т.А., Дрогиницкий М.М., Скирда В.Д., Зайдуллин С.С., Хазиахметов А.Р., Михайлов Д.Г.

МР минитомограф в практике идентификации топографии анатомических структур верхней и нижней конечности

© 2015, Osmonoliyev I. Z.H., Gizatullin B.I., Baikееv R.F., Zaripov T.A., Droginitzky M.M., Scirda V.D., Zaydullin S.S., Khaziakhmetov A.R., Mikhailov D.G.

MR miniscanner in the practice of identification of the topography of the upper and lower limb structures