

Виртуальная трехмерная модель поясничного отдела позвоночника

Альберто Пратс-Галино¹, Мигель-Ангель Реина², Мариха Мавар-Арамиха¹, Анна Пуигдельвивол-Санчес¹, Хоан Сан-Молина³ и Хосе-Антонио Де-Андрес⁴

¹ Лаборатория хирургической нейроанатомии (LSNA), кафедра анатомии и эмбриологии человека, медицинский факультет Университета Барселоны (Барселона, Испания).

² Кафедра клинических медицинских наук и Институт прикладной молекулярной медицины медицинского факультета Университета Святого Петра (Мадрид, Испания); отделение анестезиологии Университетской клиники Мадрид-Монтепринсипе (Мадрид, Испания).

³ Кафедра медицинских наук, медицинский факультет Университета Жироны (Жирона, Испания).

⁴ Кафедра интенсивной терапии и лечения боли университетской клиники (Валенсия, Испания).

Перевод с английского язык – доктор медицинских наук профессор В.А.Корячкин.
РНИИТО имени Р.Р.Вредена (Санкт-Петербург).

Содержание

1	Введение	3
1.1	О документе	3
	Авторы:	3
1.2	Назначение	4
2	Основные инструкции	5
2.1	Экран рабочего стола	6
2.2	Просмотр по умолчанию	8
2.3	Выбор структуры	10
2.4	Функция изображения	12
2.5	Степень прозрачности	12
2.6	Опция "Показать все"	13
2.7	Опция "Скрыть все"	13
2.8	МРТ-срезы	14
2.9	Навигация МРТ-слайдов	14
2.10	Просмотр срезов	16
2.11	Ориентация плоскости среза	16
2.12	Смещение плоскости среза	17
2.13	Набор профилей с пояснением	19
2.14	Опция "Отключить выбор"	19
2.15	Вызов справки	19
3	Список рисунков	20
4	Благодарности	21
5	Лицензирование	21

1 Введение

1.1 О документе

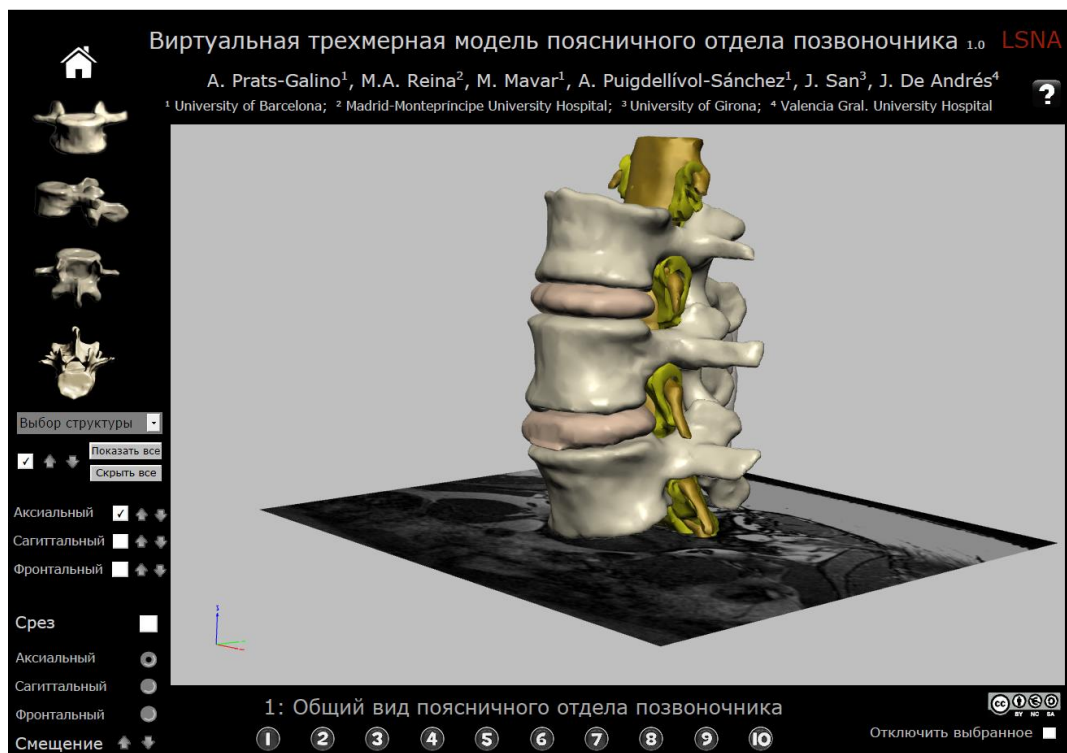


Рис. 1 Интерактивная 3D модель в формате PDF.

Авторы:

Альберто Пратс-Галино¹, Мигель-Ангель Рейна², Мариха Мавар-Арамиха¹, Анна Пуигдельивол-Санчес¹, Хоан Сан-Молина³ и Хосе-Антонио Де-Андрес⁴

¹Лаборатория хирургической нейроанатомии (LSNA), кафедра анатомии и эмбриологии человека, медицинский факультет Университета Барселоны (Барселона, Испания).

²Кафедра клинических медицинских наук и Институт прикладной молекулярной медицины медицинского факультета Университета Святого Петра (Мадрид, Испания); отделение анестезиологии Университетской клиники Мадрид-Монтепринсипе (Мадрид, Испания).

³Кафедра медицинских наук, медицинский факультет Университета Жироны (Жирона, Испания).

⁴Кафедра интенсивной терапии и лечения боли университетской клиники (Валенсия, Испания).

E-mail для переписки:

Альберто Пратс-Галино (Alberto Prats-Galino): aprats@ub.edu

Мигель Рейна (Miguel Angel Reina): miguelangel@peticone.e.telefonica.net

Интерактивная модель разработана на основе 3D реконструкции результатов магнитно-резонансной томографии человека.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

1.2 Назначение

Настоящая трехмерная интерактивная анатомическая модель имеет формат pdf-файла, что обеспечивает ее совместимость, а также удобство использования, пересылки и хранения за счет возможности сжатия и распространения между различными платформами. Предлагаемый способ трехмерной визуализации анатомических структур может быть использован в следующих областях:

Образовательные программы

- 3D визуализация материала для преподавания анатомии нейроаксиальных структур и нейроаксиальной анестезии;
- Разработка новых доступов для регионарной анестезии.

Научно-исследовательские программы

- Представление диагностических данных и анализ техники анестезии;
- Визуализация возможных технических осложнений регионарной анестезии.

Информирование пациентов

- Дополнительный иллюстративный материал, дополняющий описание инструментальных методов и хирургических манипуляций, которые планируются выполнить пациенту.
- Разработанная трехмерная интерактивная анатомическая модель основана на магнитно-резонансной томографии и может быть использована для решения задач регионарной анестезии и лечения боли (например, на рис. 2 представлен парамедиальный доступ к субарахноидальному пространству).

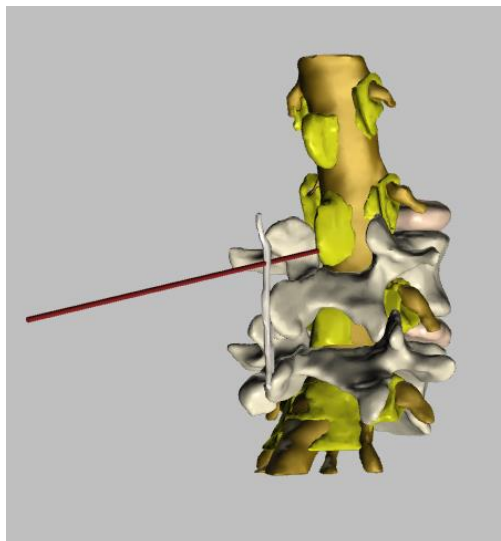


Рис. 2 Пример: спинальный медиальный доступ.

Технология, использованная для создания этой интерактивной модели, недавно применяется в медицине и позволяет создавать интерактивные 3D-модели с помощью 3D-реконструкции 2D-изображений, благодаря специальному программному обеспечению (Amira 5.4.0 ©). В результате

созданная модель является простым и полезным инструментом в обучении, в работе и в исследованиях. Работа с моделью не связана с какими-либо затруднениями: представлен файл в формате PDF, который может быть открыт в программе Windows для свободного пользования любым врачом.

Представленная модель включает изображения позвонков, позвоночных дисков, дужек позвонков, желтую, надкостную и межкостистую связки, эпидурального и фораминального жира, спинномозговых корешков.

Каждый элемент может поворачиваться на 360° и рассматриваться частично или полностью с функцией увеличения.

2 Основные инструкции

PDF документ открывается в программе Adobe Acrobat 11 или выше.

Навигация может быть запущена любой точки. Работа с фигурами осуществляется с помощью мыши, что позволяет поворачивать модель и рассматривать ее с разных точек зрения: аксиальной, сагиттальной или корональной. Возможен просмотр изображений в аксиальных, сагиттальных или корональных МРТ-срезах. Другие опции интуитивно понятны и просты для понимания.

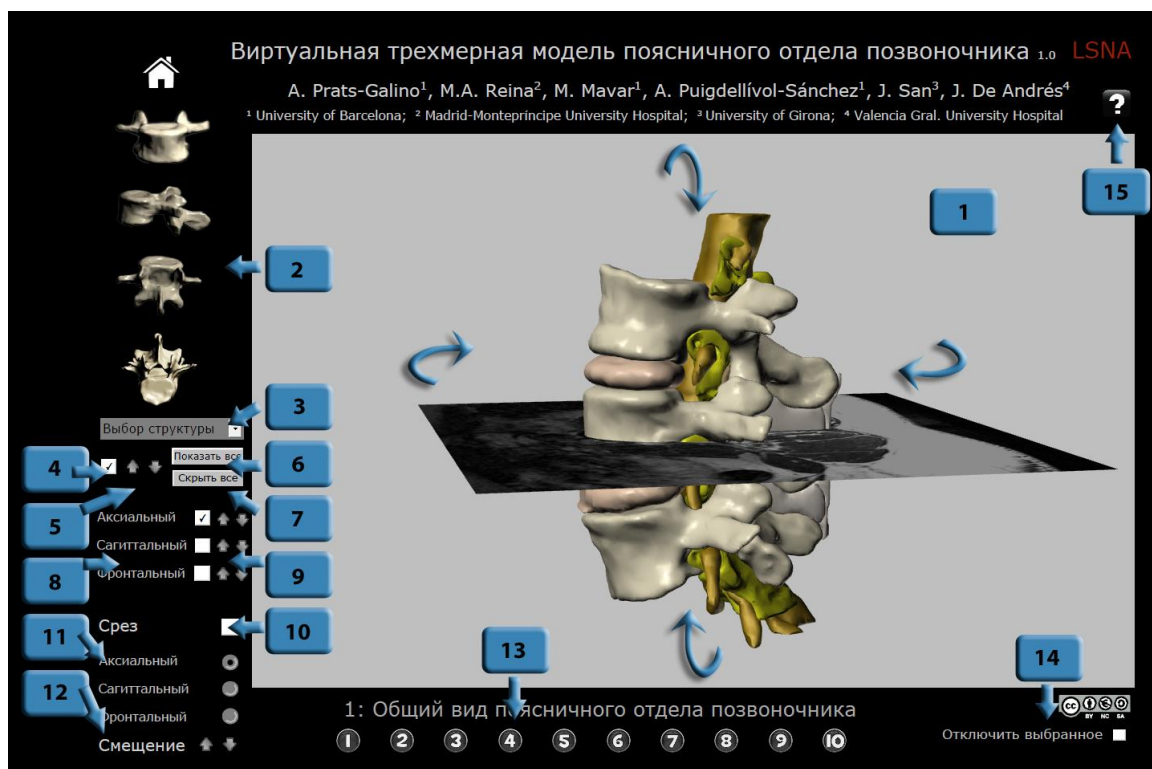


Рис. 3 Выбор функции: нажмите на кнопку для перехода к соответствующему разделу.

Функционально PDF-документ описан в 15 коротких инструкциях, каждая из которых объясняет конкретную функцию/кнопку. Вы можете нажать на пронумерованную синюю кнопку на рис. 3, чтобы перейти к разделу, описывающему соответствующую функцию.

2.1 Экран рабочего стола

Полноэкранный режим достигается комбинацией клавиш Ctrl + L, выход – нажатием на клавишу ESC.

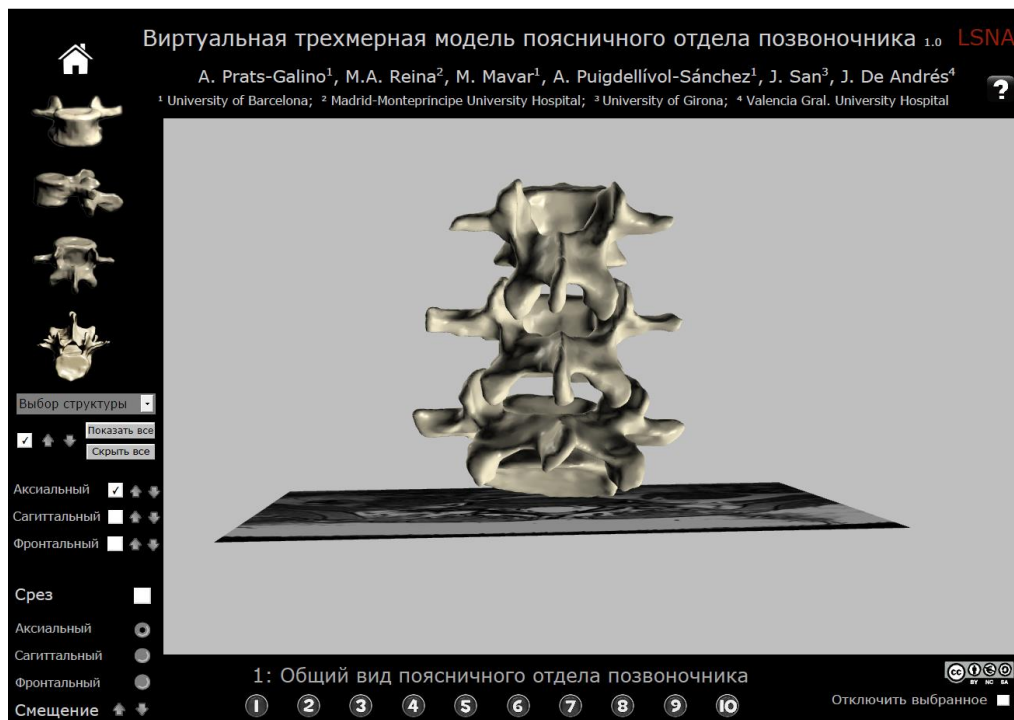


Рис. 4 Рабочий стол.

Поворот изображения на 360° осуществляется при помощи мыши при удержании ее левой кнопки.



Рис. 5 Поворот модели на 360°.

2.2 Просмотр по умолчанию

Выбор по умолчанию четырех положений, в которых модель может быть отображена (переднее, боковое, заднее, верхнее).



Рис. 6 Просмотр по умолчанию: пример: вид сверху.

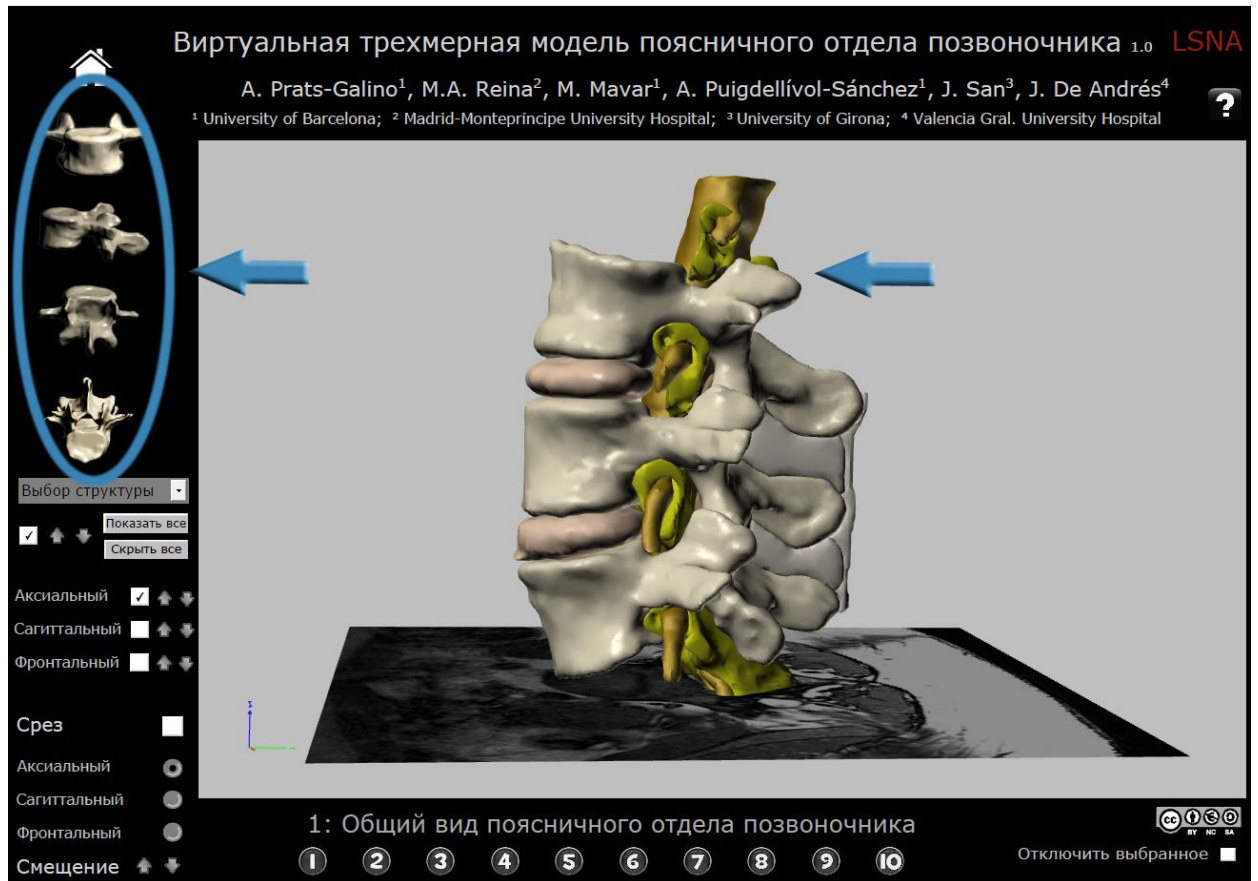


Рис. 7 Просмотр по умолчанию: пример: латеральный вид.

2.3 Выбор структуры

Выберите в выпадающем меню желаемую структуру для построения модели на экране. Выбор осуществляется отметкой в поле 4 (показать/скрыть выбранную структуру). Структуры могут быть включены на экране последовательно.

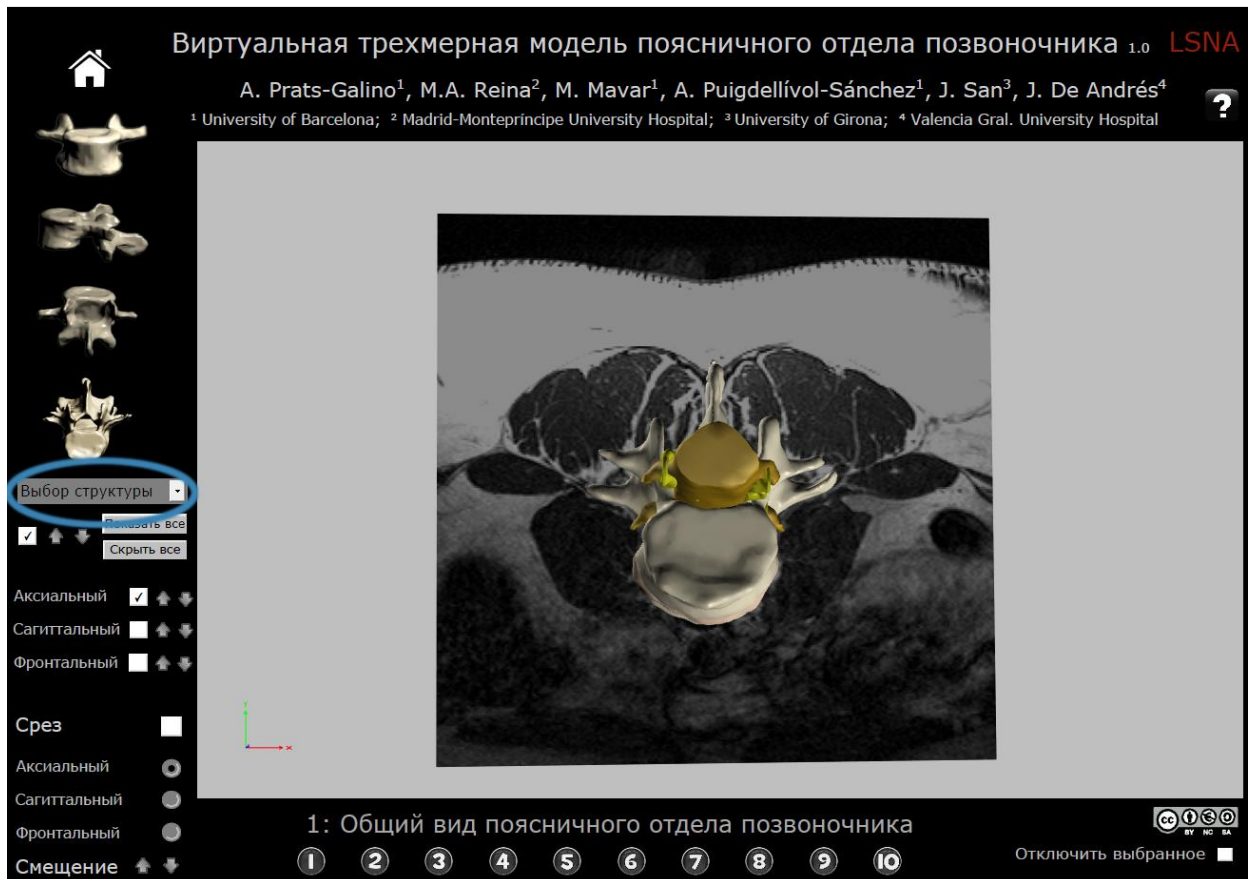


Рис. 8 Выбор структуры.

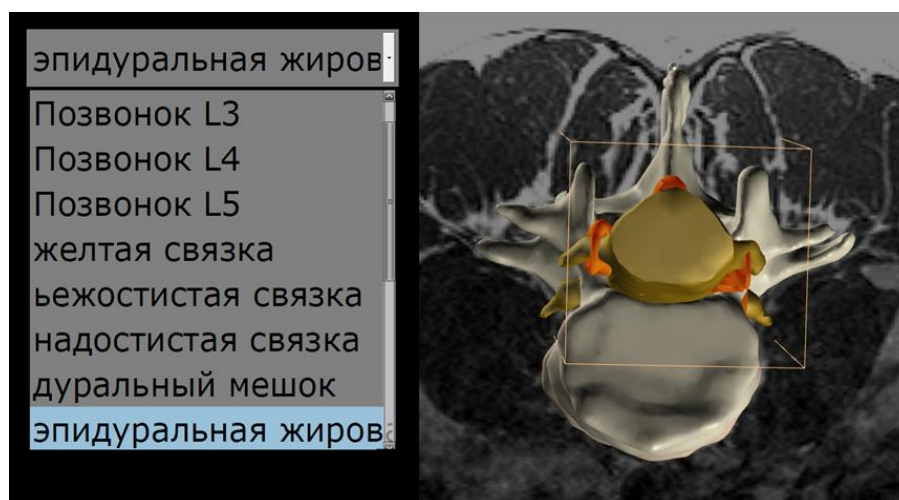


Рис. 9 Выбор структуры: например, жировая ткань в эпидуральном пространстве (красный цвет).

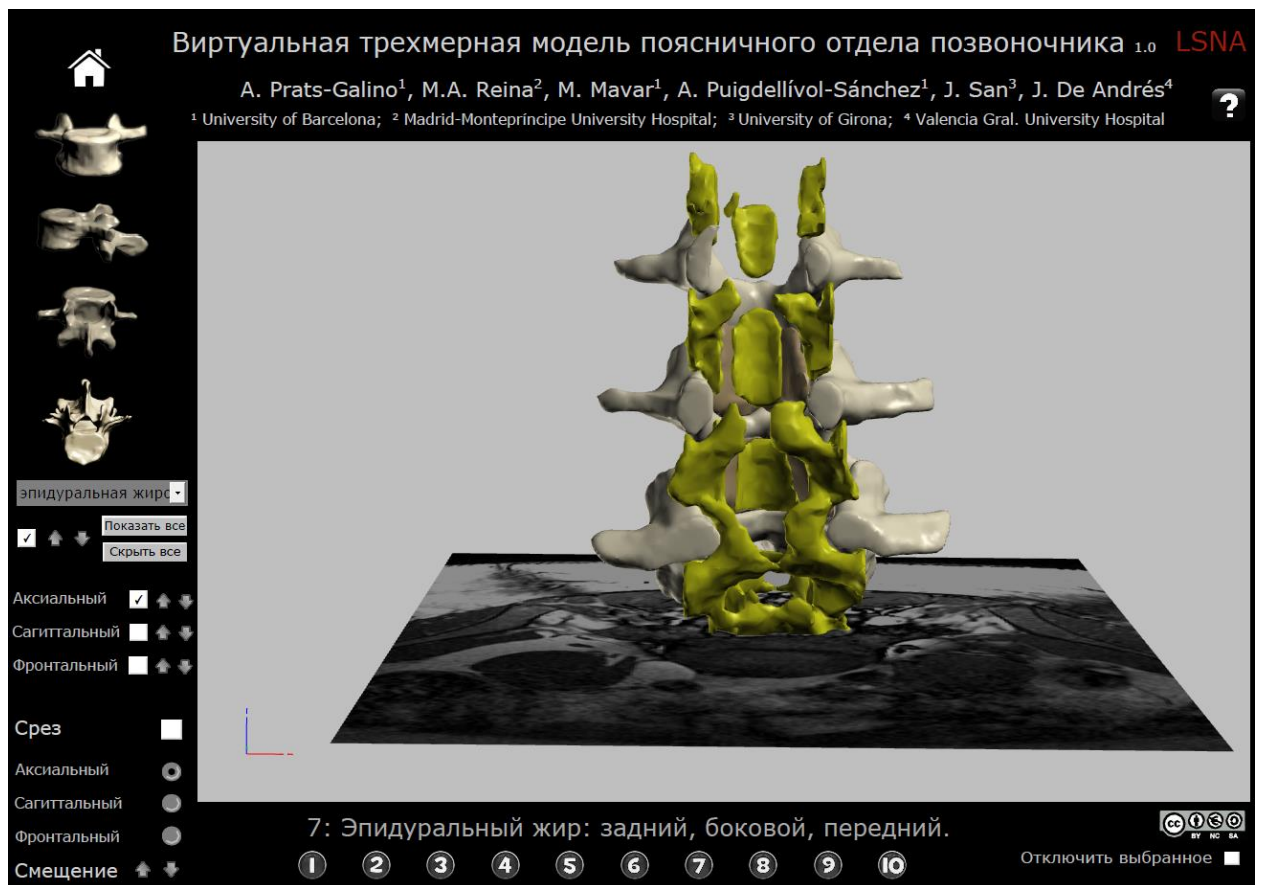


Рис. 10 Выбор структуры: например, жировая ткань в эпидуральном пространстве.

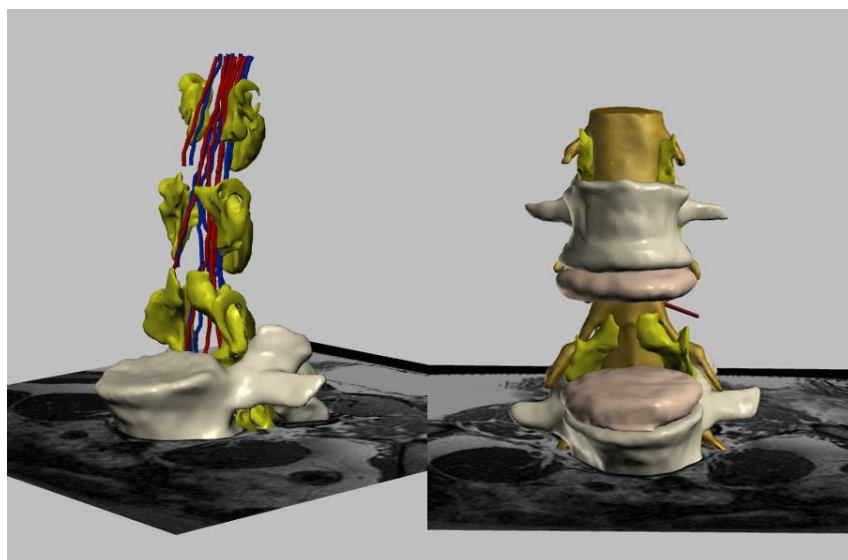


Рис. 11 Примеры различных структур показать/скрыть.

2.4 Функция изображения

При щелчке левой кнопкой мыши на белый квадрат выбранное изображение появляется на рабочем столе, при повторном щелчке - выбранное изображение исчезает.

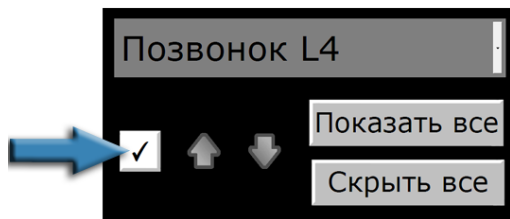


Рис. 12 Функция изображения: показать/скрыть выбранную структуру.

2.5 Степень прозрачности

При помощи стрелок возможно изменение прозрачности, которая изменяется постепенно вместе с изменением цвета фигуры.

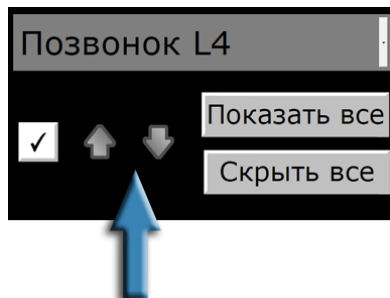


Рис. 13 Степень прозрачности выбранной структуры.

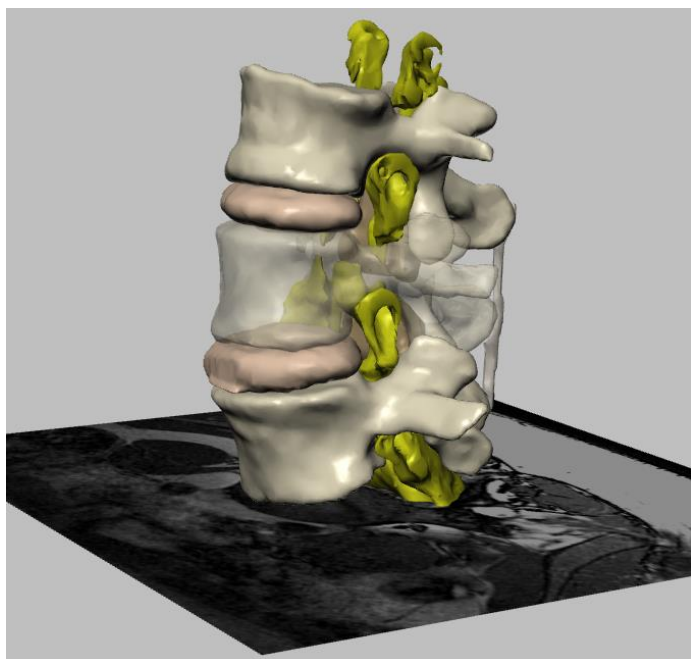


Рис. 14 Степень прозрачности, пример полупрозрачный позвонок L4.

2.6 Опция "Показать все"

Эта кнопка отображает на экране все изображения 3D-модели. Каждая избранная структура может быть сделана более прозрачной. Для удаления изображения структуры, щелкните левой клавишей мыши на белый квадрат - Функция изображения (2.4).

Кроме того, изображение может быть удалено с экрана путем выбора его названия в выпадающем меню (2.3) и щелчка на белый квадрат - Функция изображения (2.4).

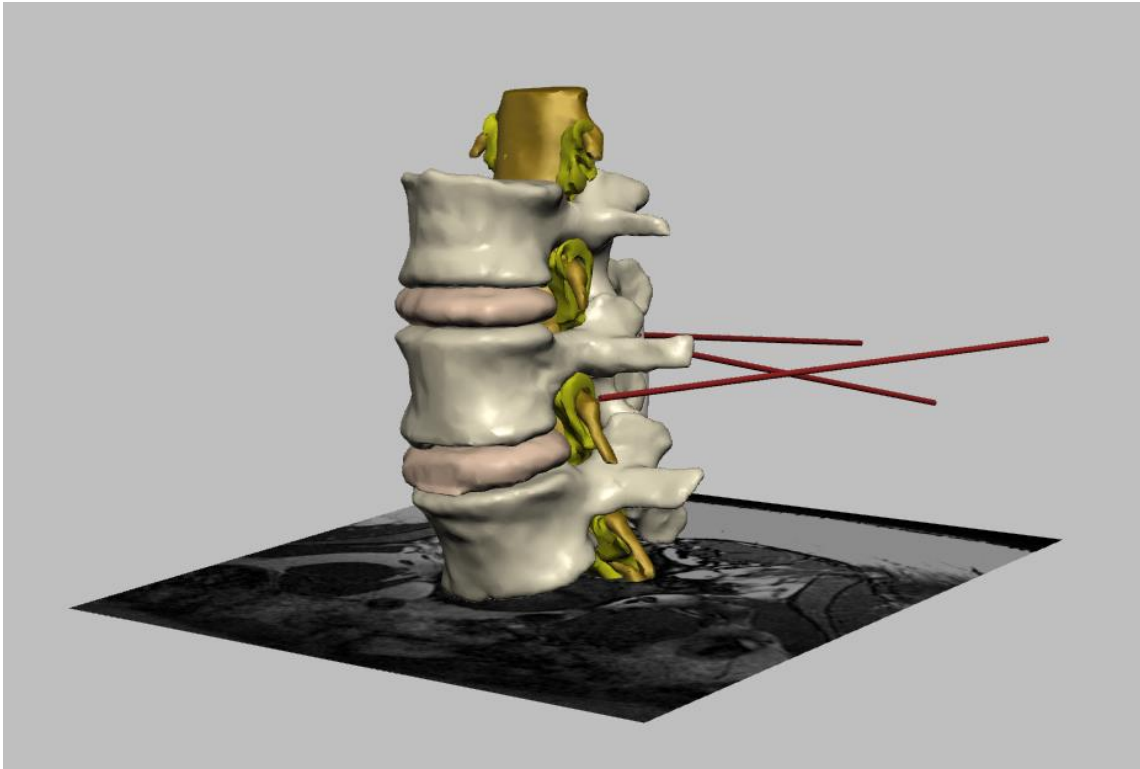


Рис. 15 Опция "Показать все": Все структуры модели становятся видимыми.

2.7 Опция "Скрыть все"

При щелчке на кнопку "Скрыть все" все изображения удаляются с рабочего стола.

2.8 МРТ-срезы

Щелчок левой клавишей мыши на соответствующий белый квадрат позволяет показывать или удалять МРТ-срезы.

Аксиальные, сагиттальные и корональные срезы могут быть выбраны как в одиночку, так и в комбинации.

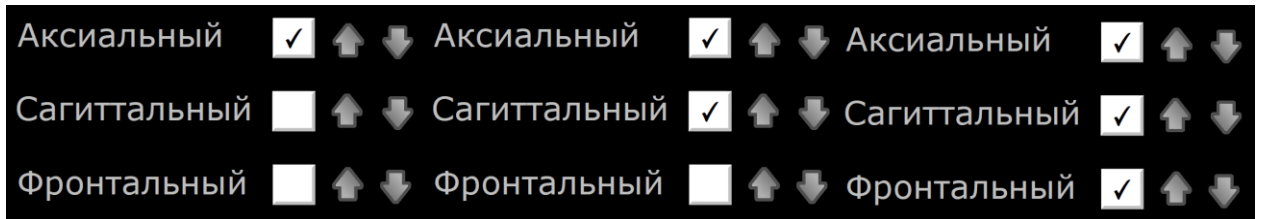


Рис. 16 Демонстрация МРТ-срезов на рабочем столе.

2.9 Навигация МРТ-срезов

Стрелки позволяют осуществить переход от одного МРТ-среза к другому. Есть сочетания стрелок для изменения ориентаций: девять аксиальных, семь сагиттальных и шесть корональных.

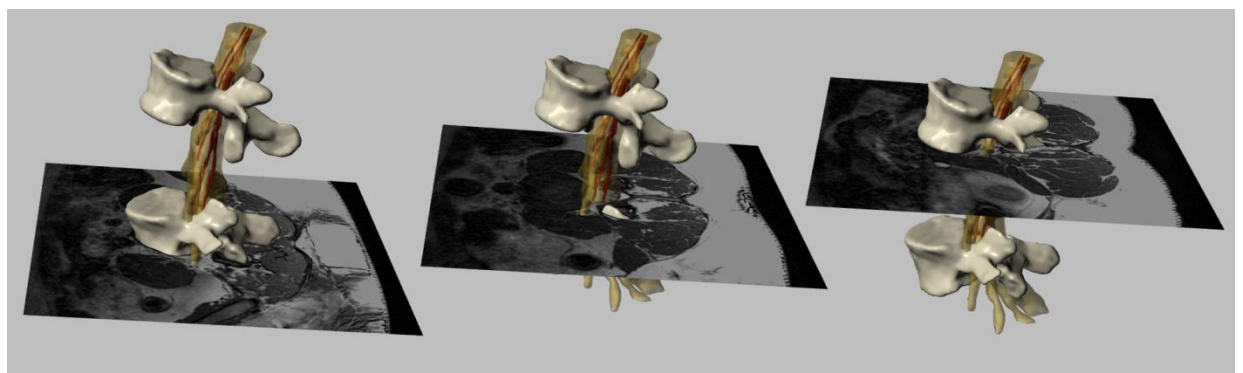


Рис. 17 Аксиальные МРТ-срезы.

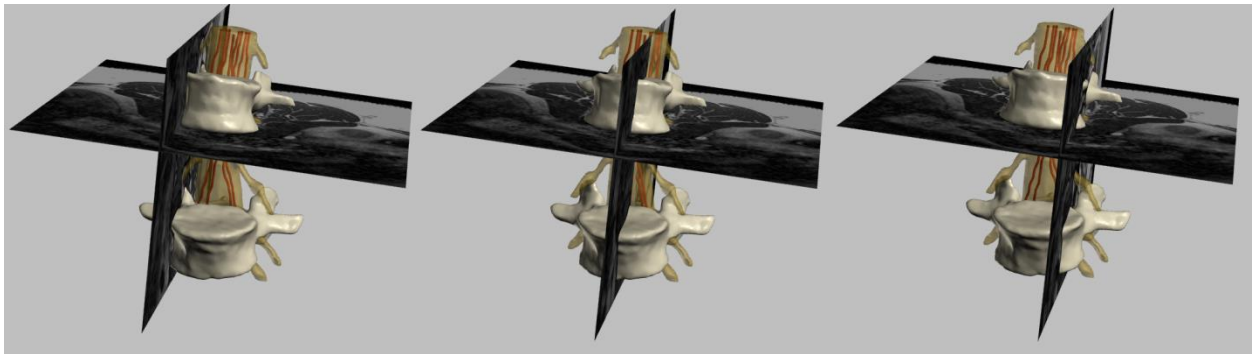
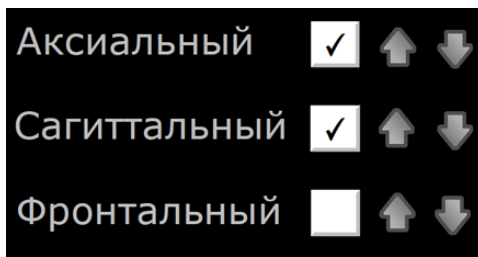


Рис. 18 Сагиттальный МРТ-срезы.

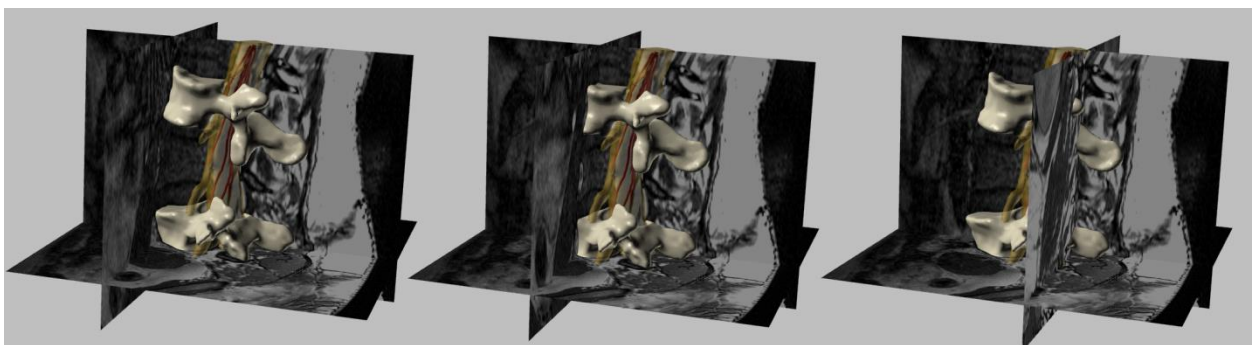
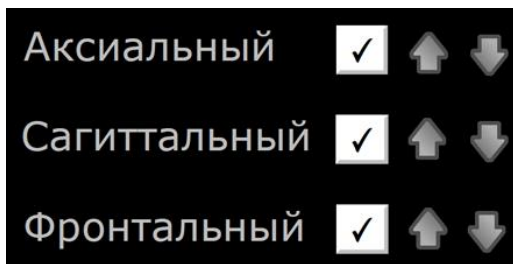


Рис. 19 Корональный МРТ-срезы.

2.10 Просмотр срезов

Эта функция отображает срезы 3D-модели, в том числе **МРТ-среза**, выбранные функцией 11.

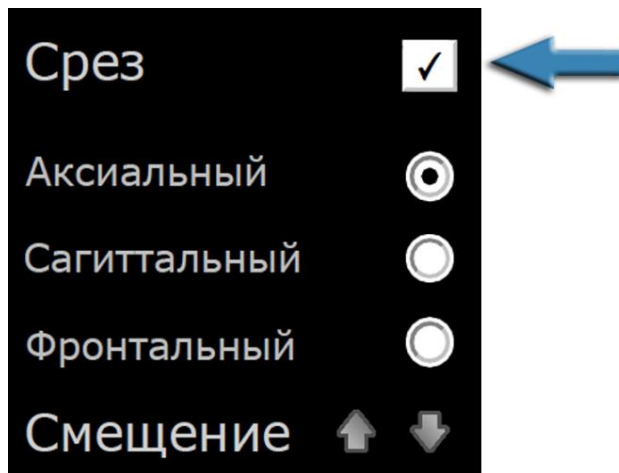


Рис. 20 Плоскость среза.

2.11 Ориентация плоскости среза

Эта функция определяет плоскость среза - аксиальную, сагиттальную или коронарную.

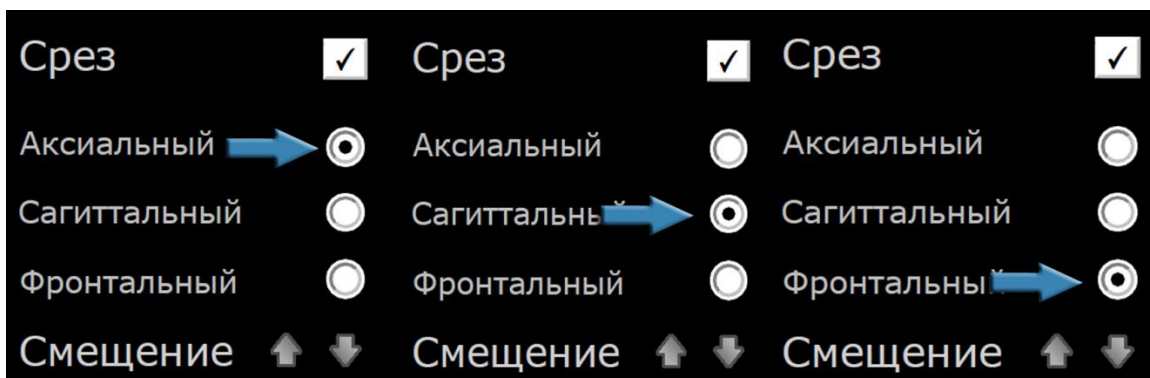


Рис. 21 Ориентация среза.

2.12 Смещение плоскости среза

Эта функция смещать плоскость среза по изображению.

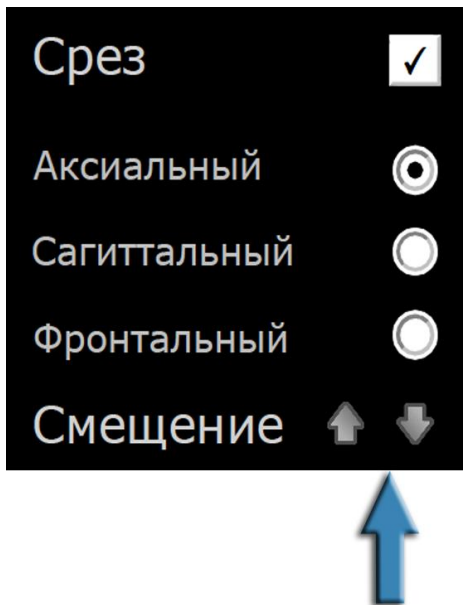


Рис. 22 Смещение плоскости среза по изображению.

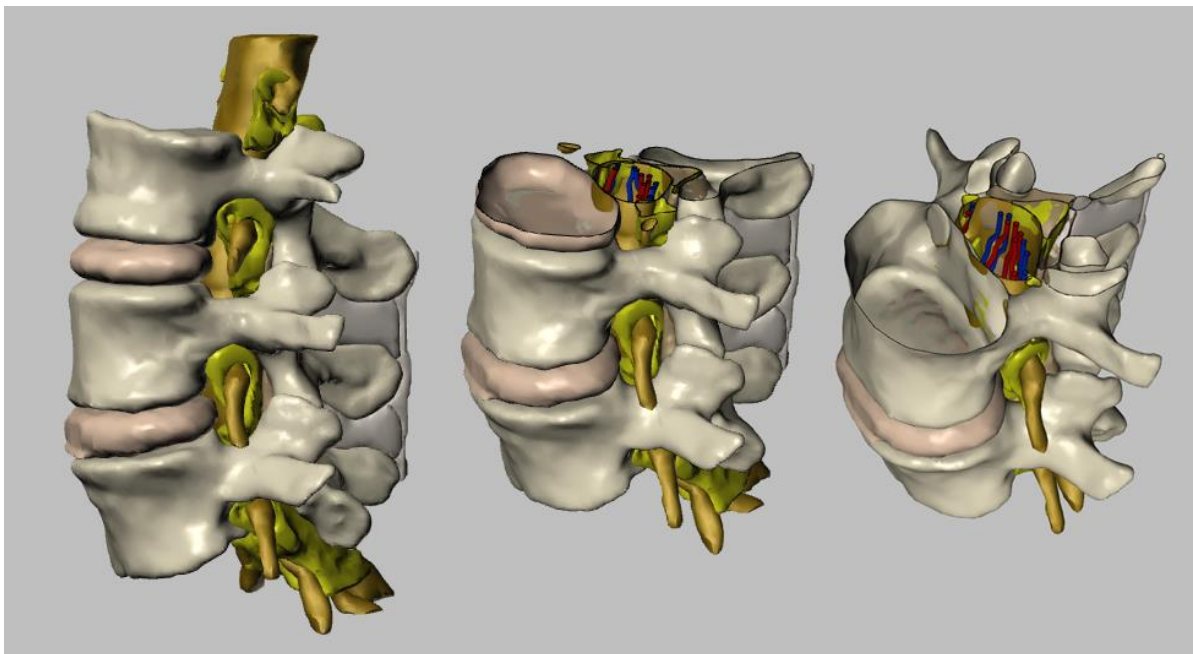


Рис. 23 Аксиальный срез.

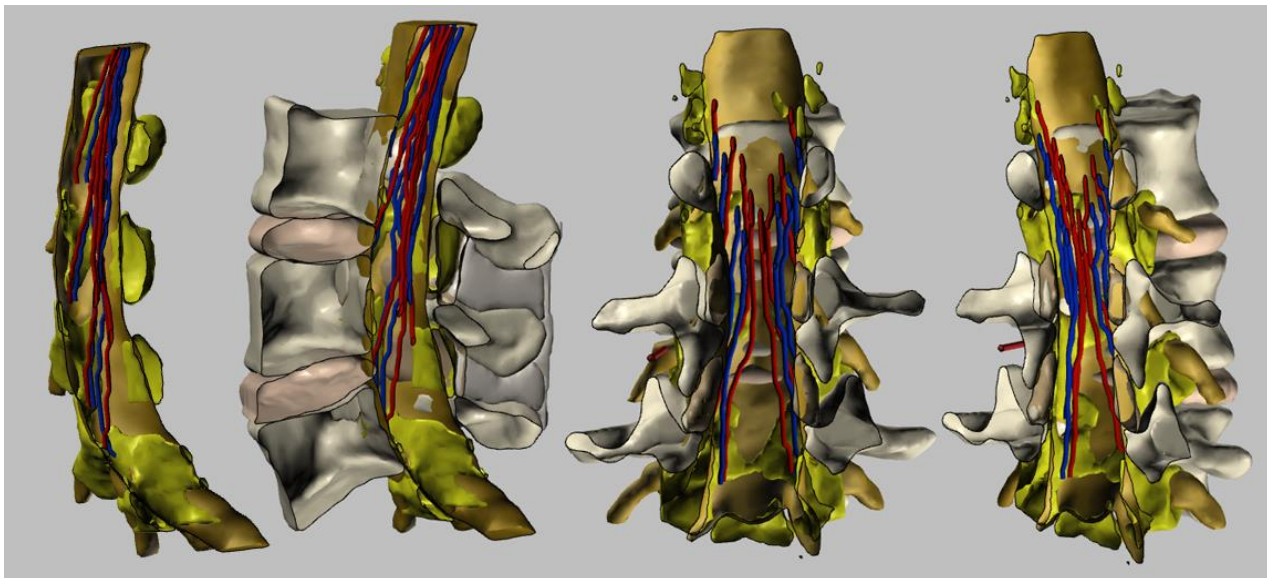


Рис. 24 Сагиттальный и корональный срезы.

2.13 Набор профилей с пояснением

Доступны различные заданные профили (виды), каждый из которых в момент показа сопровождается кратким пояснением. Все вышеперечисленные функции могут быть применены на всех профилях.

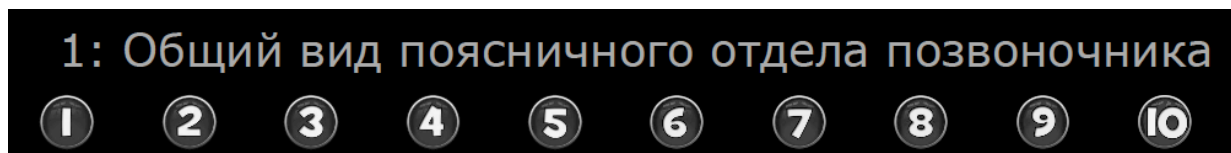


Рис. 25 Выбор обзора и комментарии.

2.14 Опция "Отключить выбор"

Опция отключает пользователя от выбранного изображения щелчком мыши.

Это может быть полезно при наличии проблем с графикой компьютера или если мы хотим повернуть модель без случайно выделенного изображения с красным цветом.

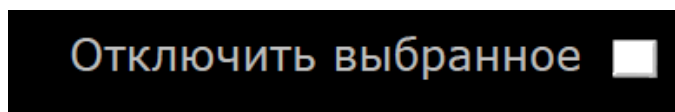


Рис. 26 Отключить выбранную модель.

2.15 Вызов справки

Инструкцию по использованию интерактивного PDF-файла можно получить, нажав на кнопку с вопросительным знаком в правом верхнем углу.

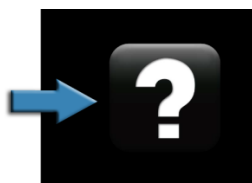


Рис. 27 Вызов справки

3 Список рисунков

Рис. 1 Интерактивная 3D модель в формате PDF.	3
Рис. 2 Пример: спинальный медиальный доступ.	4
Рис. 3 Выбор функции: нажмите на кнопку для перехода к соответствующему разделу.	5
Рис. 4 Рабочий стол.	6
Рис. 5 Поворот модели на 360°.	7
Рис. 6 Просмотр по умолчанию: пример: вид сверху.	8
Рис. 7 Просмотр по умолчанию: пример: латеральный вид.	9
Рис. 8 Выбор структуры.	10
Рис. 9 Выбор структуры: например, жировая ткань в эпидуральном пространстве (красный цвет).	10
Рис. 10 Выбор структуры: например, жировая ткань в эпидуральном пространстве.	11
Рис. 11 Примеры различных структур показать/скрыть.	11
Рис. 12 Функция изображения: показать/скрыть выбранную структуру.	12
Рис. 13 Степень прозрачности выбранной структуры.	12
Рис. 14 Степень прозрачности, пример полупрозрачный позвонок L4.	12
Рис. 15 Опция "Показать все": Все структуры модели становятся видимыми.	13
Рис. 16 Демонстрация МРТ-срезов на рабочем столе.	14
Рис. 17 Аксиальные МРТ-срезы.	14
Рис. 18 Сагиттальный МРТ-срезы.	15
Рис. 19 Корональный МРТ-срезы.	15
Рис. 20 Плоскость среза.	16
Рис. 21 Ориентация среза.	16
Рис. 22 Смещение плоскости среза по изображению.	17
Рис. 23 Аксиальный срез.	17
Рис. 24 Сагиттальный и корональный срезы.	18
Рис. 25 Выбор обзора и комментарии.	19
Рис. 26 Отключить выбранную модель.	19
Рис. 27 Вызов справки.	19

4 Благодарности

Эта работа была частично поддержана грантами “Maraty TV3 Project” [411/U/2011 - Количественный анализ и компьютерное моделирование малоинвазивных подходов к внутричерепным сосудистым поражениям] и "2012PID-UB/002 Project" [Группа виртуальной имитации анатомии университета Барселоны].

Мы также благодарим Ольгу Фуентес¹ за техническую помощь.

5 Лицензирование

3D Интерактивная виртуальная модель позвоночника, выполненная в pdf-формате, доступна по лицензии CC BY-NC-SA 2.0², предполагающей указание авторства и некоммерческое использование, а также распространение продукта по той же лицензии, что и лицензия оригинала.

Исходный JavaScript-код и оригинальная геометрия поверхности модели не находятся в публичном доступе и не могут быть использованы или модифицированы.

При использовании указанного документа или его частей (например, полученных изображений анатомических структур) в соответствии с лицензией CC BY-NC-SA 2.0 обязательна ссылка на один из следующих источников:

<http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/44844?locale=en>

Prats-Galino A., Mavar M., Reina M.A., Puigdellívol-Sánchez A., San-Molina J., De Andrés J.A. Three-dimensional interactive model of lumbar spinal structures. *Anaesthesia* 2014; 69: 521.

Оригинальный 3D документ в PDF-формате вместе с инструкциями и лицензией находится в свободном доступе на

<http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/44844?locale=en>.

¹Лаборатория хирургической нейроанатомии (LSNA), кафедра анатомии и эмбриологии человека, медицинский факультет Университета Барселоны (Барселона, Испания).

² <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/>