



UNIVERSITAT DE BARCELONA



LSNA

Virtuelles 3D Modell der Lendenwirbelsäule

Alberto Prats-Galino¹, Miguel Angel Reina², Marija Mavar Haramija¹, Anna Puigdellivol-Sánchez¹, Joan San Molina³ and José Antonio De Andrés⁴.

¹ Laboratory of Surgical NeuroAnatomy (LSNA), Human Anatomy and Embryology Unit, Faculty of Medicine, Universitat de Barcelona, Barcelona, Spain.

² Department of Clinical Medical Sciences and Applied Molecular Medicine Institute, CEU San Pablo University School of Medicine, Department of Anaesthesiology, Madrid-Montepíncipe University Hospital, Madrid, Spain.

³ Department of Medical Sciences, Faculty of Medicine. Universitat de Girona, Spain.

⁴ Department of Critical Care and Multidisciplinary Pain Management, General University Hospital, Valencia, Spain.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	3
1.1	Über dieses Dokument.....	3
	Autoren.....	3
1.2	Zielsetzung.....	4
2	Grundbefehle	5
2.1	Bildschirmarbeitsplatz	6
2.2	Standardeinstellungen	8
2.3	Strukturwahl.....	10
2.4	Struktur Validierungsfunktion	12
2.5	Darstellung transparenter Teile	12
2.6	“Zeige alles” Option.....	13
2.7	“Verberge alles” Option	13
2.8	Kernspinschnittebene.....	14
2.9	Navigation der Schnittebene.....	14
2.10	Zuschnittfunktion	16
2.11	Schnittrichtungen	16
2.12	Schnittflächenverschiebung	17
2.13	Vorgegebene Ansichten und kurze Erläuterungen	19
2.14	Sperrfunktion “Disable selection”	19
2.15	Hilfe-Funktion.....	19
3	Bildtafeln	20
4	Danksagung	21
5	Lizenzvereinbarung	21

1 Einleitung

1.1 Über dieses Dokument

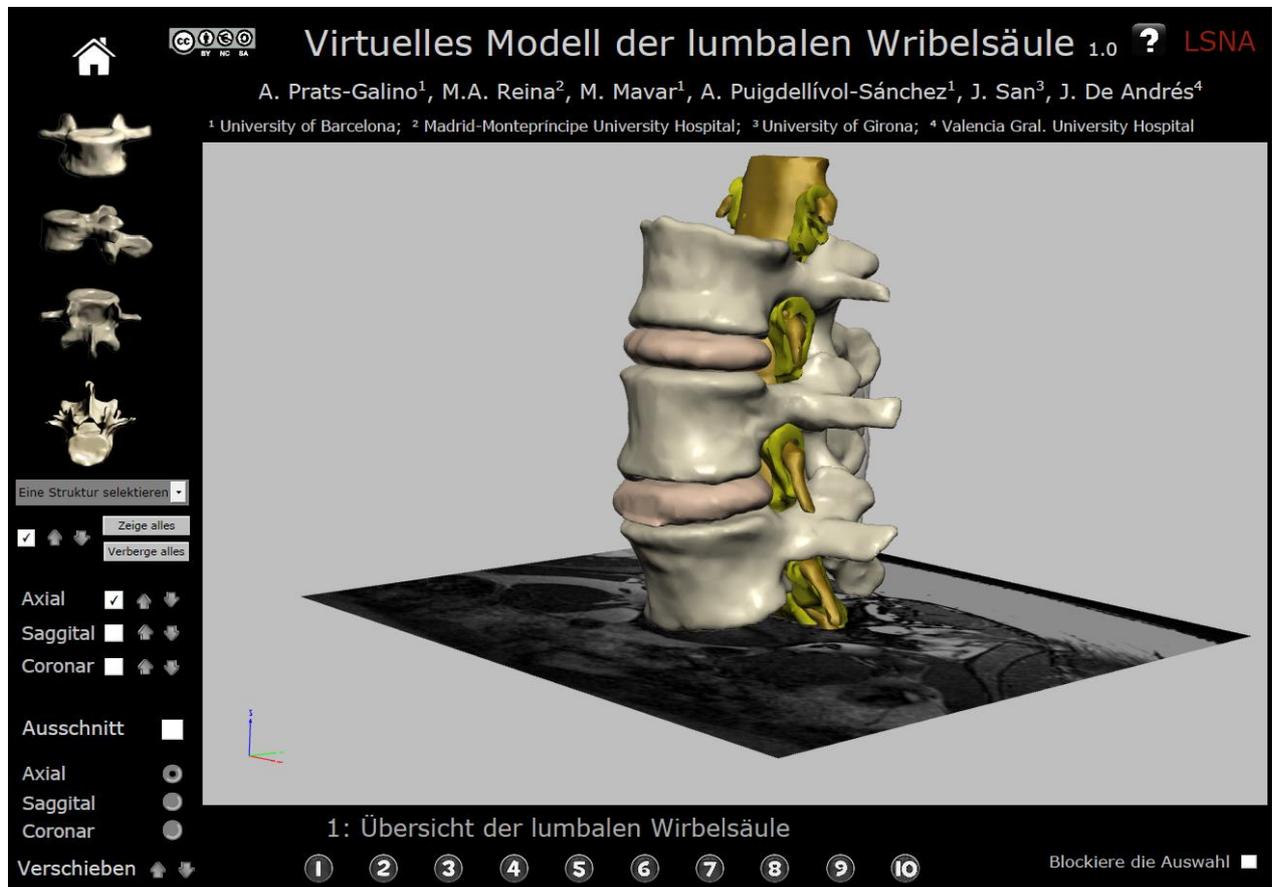


Abbildung 1 Interaktives 3D PDF Dokument

Autoren

Alberto Prats-Galino¹, Miguel Angel Reina², Marija Mavar Haramija¹, Anna Puigdemívol-Sánchez¹, Joan San Molina³ and José Antonio De Andrés⁴.

¹ Laboratory of Surgical NeuroAnatomy (LSNA), Human Anatomy and Embryology Unit, Faculty of Medicine, Universitat de Barcelona, Barcelona, Spain.

² Department of Clinical Medical Sciences and Applied Molecular Medicine Institute, CEU San Pablo University School of Medicine, Department of Anaesthesiology, Madrid-Montepríncipe University Hospital, Madrid, Spain.

³ Department of Medical Sciences, Faculty of Medicine. Universitat de Girona, Spain.

⁴ Department of Critical Care and Multidisciplinary Pain Management, General University Hospital, Valencia, Spain.

Kontaktaufnahme per E-Mail:

Alberto Prats-Galino: aprats@ub.edu

Miguel Angel Reina: miguelangel@peticone.e.telefonica.net

Dieses interaktive Model entsprang einer 3D Nachbildung einer Kernspinaufnahme.

Seitens der Autoren bestehen keine Interessenskonflikte.

1.2 Zielsetzung

Die Programmierung als PDF-Datei dieses interaktiven Anatomie-3D-Modells ermöglicht eine stark vereinfachte Bedienung, Kompatibilität, Übertragung und Speicherung auf unterschiedlichen Softwareplattformen.

Dabei liegt das Hauptaugenmerk dieses speziellen Anatomie-3D-Modells auf den folgenden Punkten:

Lehrprogramme

- Reale 3D Bilder als Lehrunterstützung der neuroaxialen Anatomie und der

- Regionalanästhesie

- Visuelle Hilfestellung in der Erschließung von neuen Techniken in der Regionalanästhesie

Forschungsprogramme

- Aufarbeiten von Patientendaten und Auswertung der Anästhesietechniken

- Bildliche Darstellung von Komplikationen in der Regionalanästhesie

Patienteninformationen

- Patientenbezogene Verknüpfung von Abbildungen mit der Regionalanästhesietechnik in Abhängigkeit von der operativen Versorgung.

- Diese Projektarbeit erlaubt dem Nutzer die Untersuchung von 3D Rekonstruktionen menschlicher MRT-Bilder.

- Wir präsentieren ein interaktives 3D - Anatomiemodell mit besonderem Augenmerk auf die Regionalanästhesie und die Schmerztherapie. (zum Beispiel Abbildung 2 zeigt einen medianen Spinalzugang an unserem Modell).

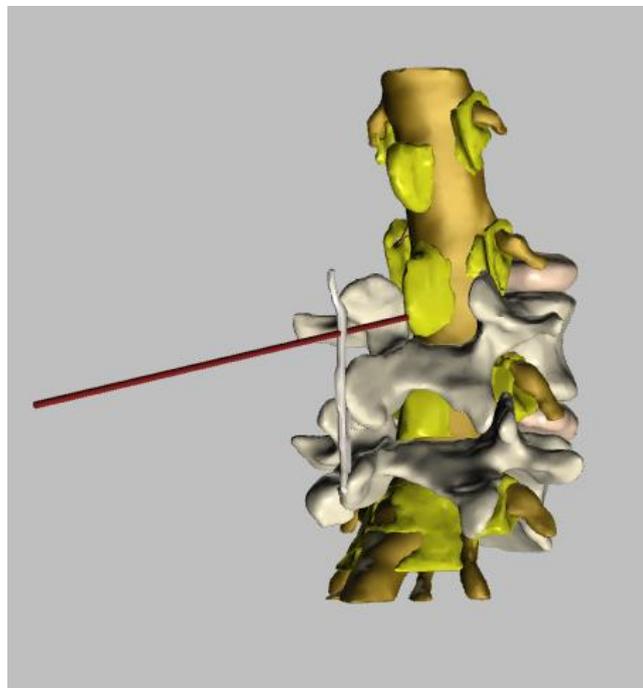


Abbildung 2 Beispiel: medianer Spinalzugang

Die Technologie auf die sich dieses interaktive Modell stützt, wird unlängst in der Medizin angewandt und ermöglicht uns die Erstellung von interaktiven 3D Modellen. Dies gelingt dank

einer speziellen Software, die mit Hilfe von komplexen Algorithmen aus 2D Bildern 3D Rekonstruktionen erstellt. (Amira 5.4.0 ©).

Das Ergebnis ist ein einfaches und hilfreiches Lehr-, Arbeits- und Forschungsprogramm. Die Benutzung dieses Modeltyps ist unkompliziert und setzt keine vorhergehenden Testphasen voraus, da es intuitiv zu bedienen ist, als PDF-Datei zur Verfügung steht und sowohl auf Windows als auch auf Mac-PC's geöffnet werden kann. Über all diesem steht die unentgeltliche Nutzungsmöglichkeit für jeden Mediziner.

Das vorgestellte Produkt verfügt über die Rekonstruktionen der Wirbelkörper, Bandscheiben, Wirbelbögen, des Ligamentum flavum, Ligamentum supraspinale, Ligamentum intraspinale, des epiduralen Fettgewebes, Foraminales Fettgewebe, den Dura-Sack, Nervenwurzelschläuche sowie sensorische und motorische Nervenwurzeln.

Es hat eine stufenlose 360° Ansicht mit Teil- oder Vollansicht von einzelnen oder mehreren Strukturen und verfügt über eine Zoom-Funktion.

2 Grundbefehle

Das PDF-Dokument lässt sich mittels Adobe Acrobat 11 (oder aktuellerer Version) wiedergeben. Die Navigation kann von unterschiedlichen Punkten gestartet werden. Eine oder mehrere Strukturen können ausgewählt oder die 3D Rekonstruktion angezeigt werden.

Mit Hilfe der Mouse kann das Bild bewegt werden, sodass die Strukturen aus unterschiedlichen Perspektiven dargestellt werden. Als Referenz dienen axiale, sagittale und coronare MRT-Schnitte, sodass dieses interaktive anatomische Modell eine Schichtung in axialer, sagittaler und coronarer Schnittrichtung ermöglicht. „Clipping“ importiert alle Strukturen in das Modell als 3D Rekonstruktion. Die anderen Funktionen sind intuitiv und leicht zu erfassen.

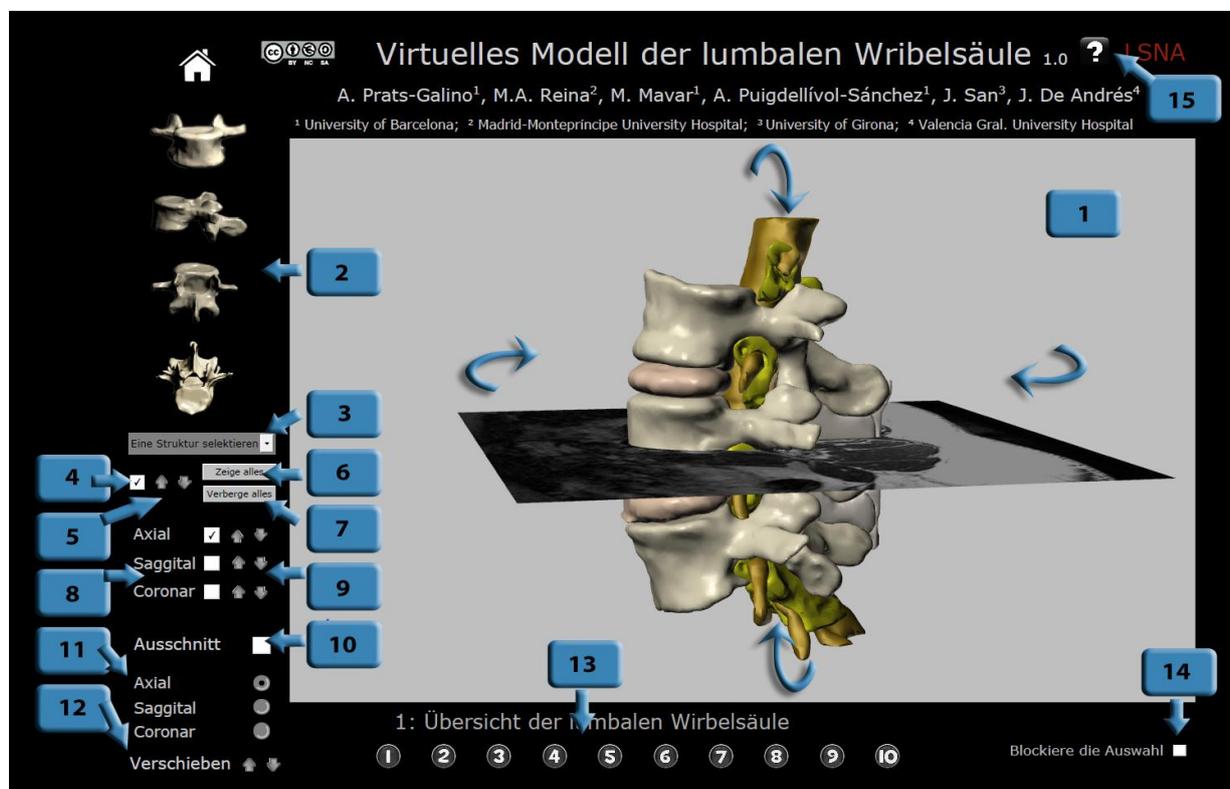


Abbildung 3 Funktionsbeschreibung: Klicken Sie auf einen nummerierten Button um zum gewünschten Kapitel zu gelangen

Die Bedienung dieses PDF-Dokuments wird in 15 kurzen Erläuterungen erklärt, wobei jede Einheit eine konkrete Funktion/einen Button beschreibt. Mit Klick auf die blauen nummerierten Buttons in Abbildung 3 gelangen Sie in das jeweilige Kapitel welches die angegebene Funktion beschreibt.

2.1 Bildschirmarbeitsplatz

Der Vollbild-Modus wird über die Tastenkombination "Control + L-Taste" aufgerufen und kann mit Aktivierung der ESC – Taste beendet werden.

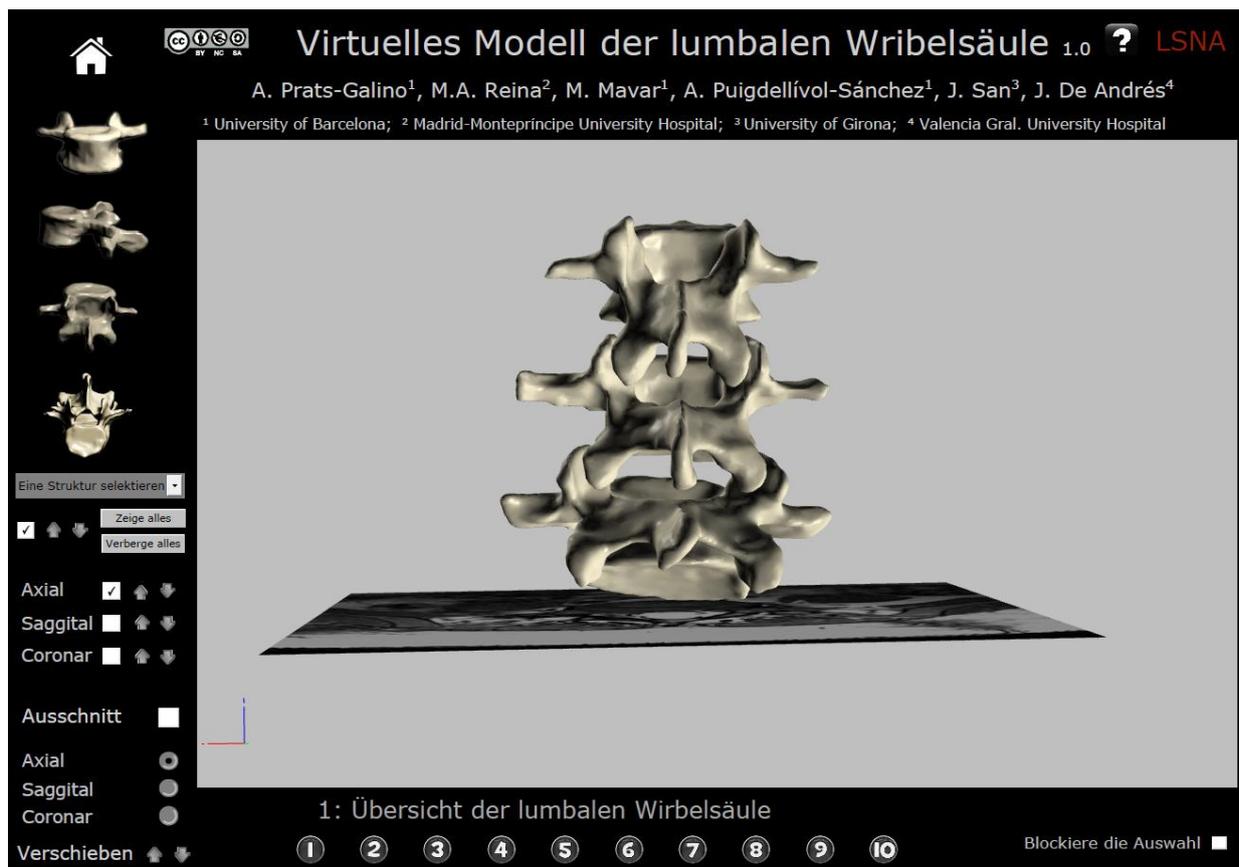


Abbildung 4 Bildschirmarbeitsplatz

Die dynamische 360° - Ansicht kann mit Hilfe der Mausbewegung in die gewünschte Position gebracht werden. Dazu muss die linke Mouse-Taste gedrückt gehalten werden.



Abbildung 5 360° - Rotation des Modells

2.2 Standardeinstellungen

Es können vier Standardeinstellungen ausgewählt werden, in denen das Modell angezeigt werden kann (anterior, lateral, posterior und superior).

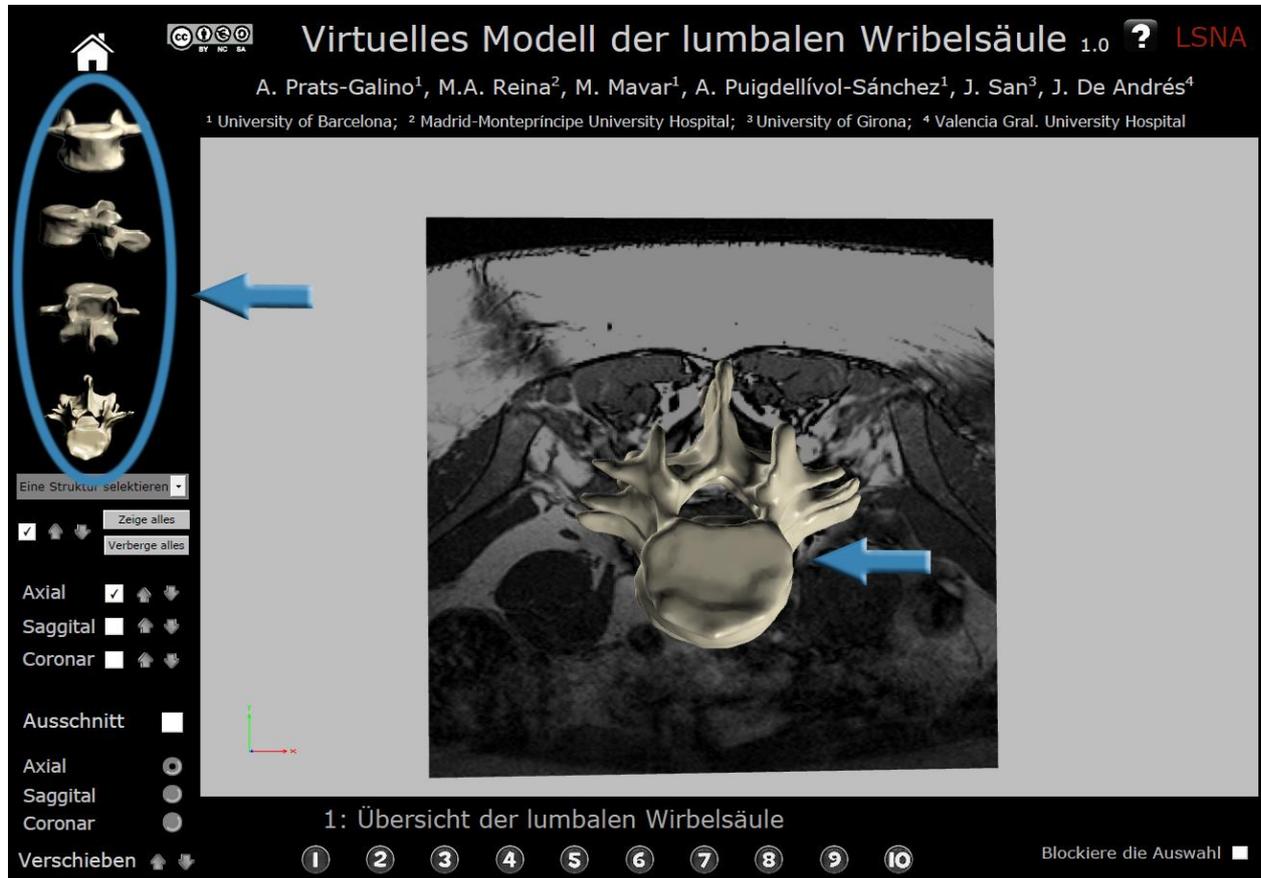


Abbildung 6 Standardeinstellung Beispiel: superiore Ansicht

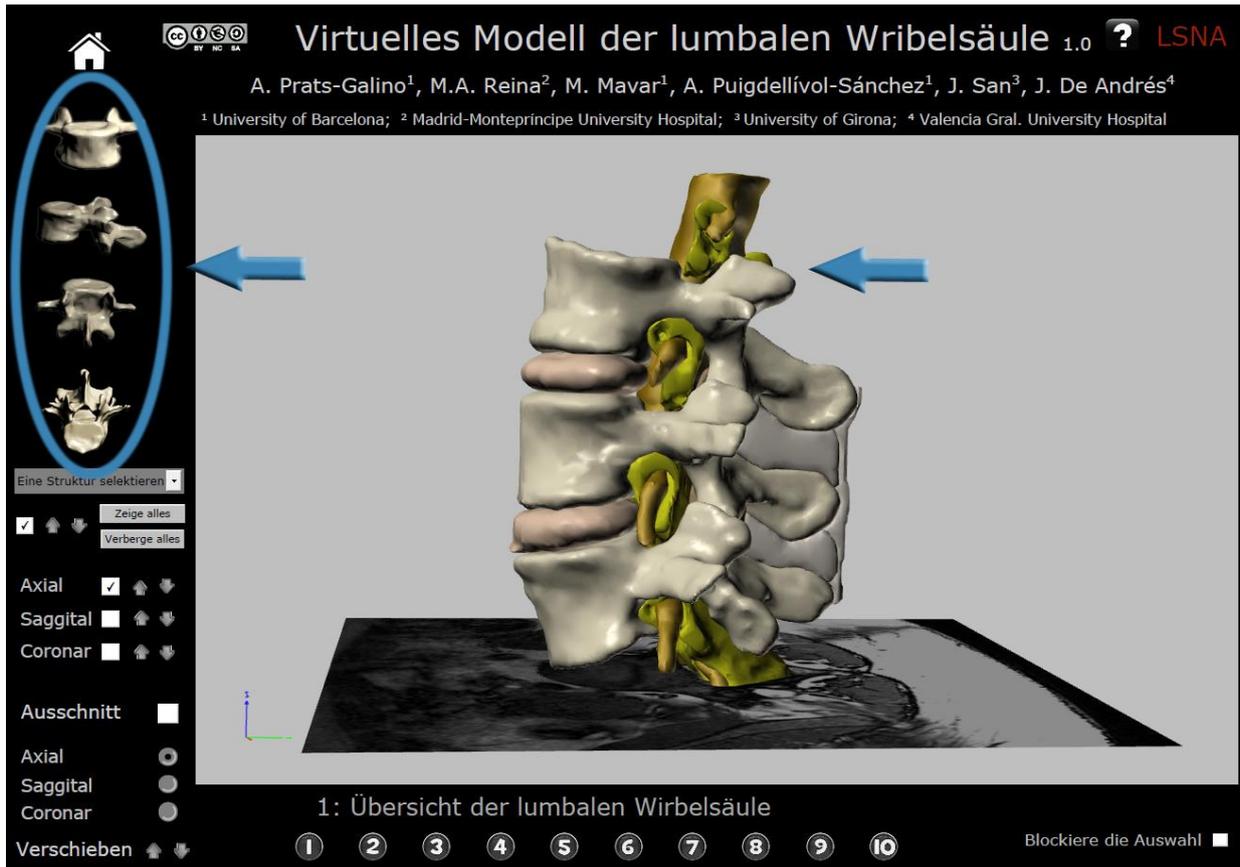


Abbildung 7 Standardeinstellung Beispiel: laterale Ansicht

2.3 Strukturwahl

Klicken Sie auf die Strukturen im drop-down Menü um das Modell nach und nach aufzubauen. Die Auswahl wird durch „Klicken“ auf die Funktion No. 4 bestätigt (anzeigen/ausblenden der ausgewählten Struktur). Die Strukturen werden dann erfolgreich in das Modell eingefügt.

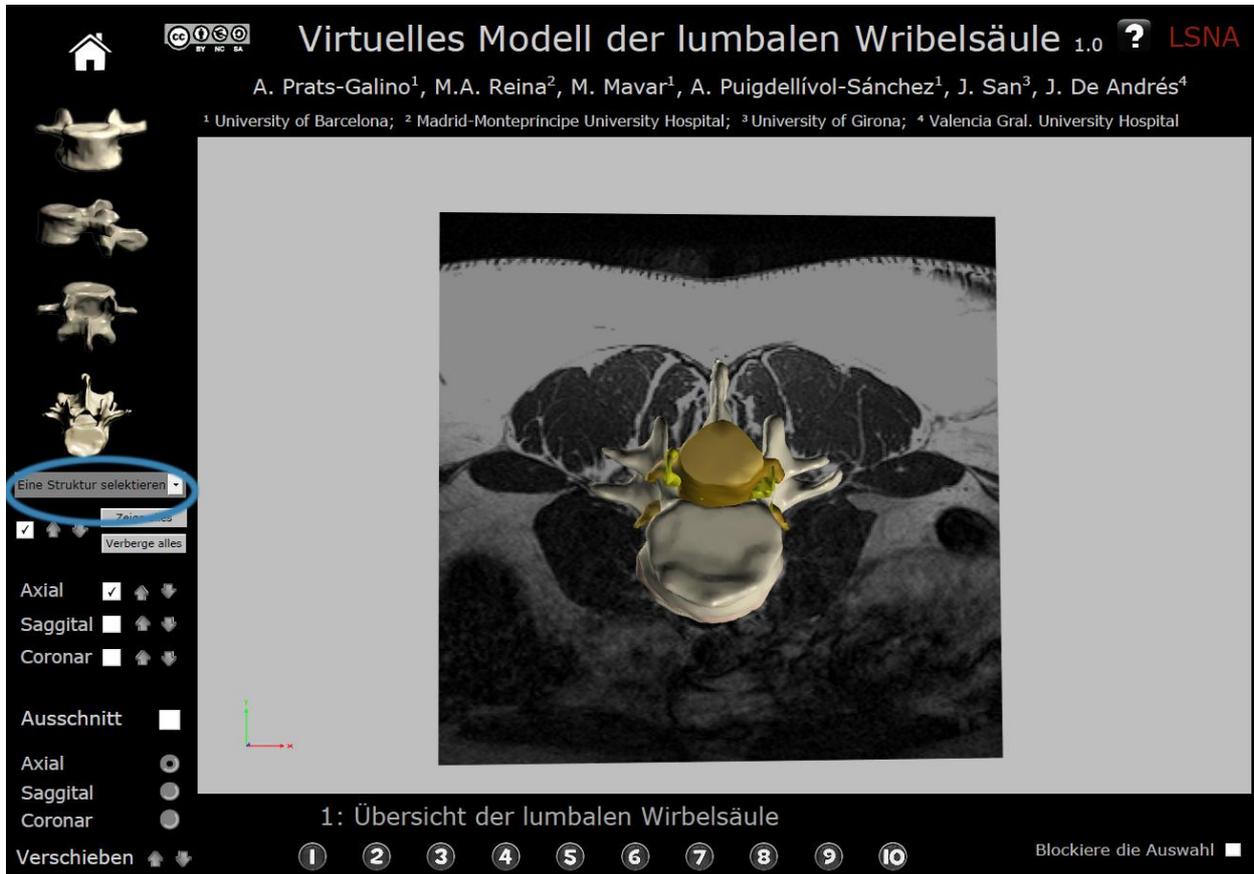


Abbildung 8 Auswahl der Struktur

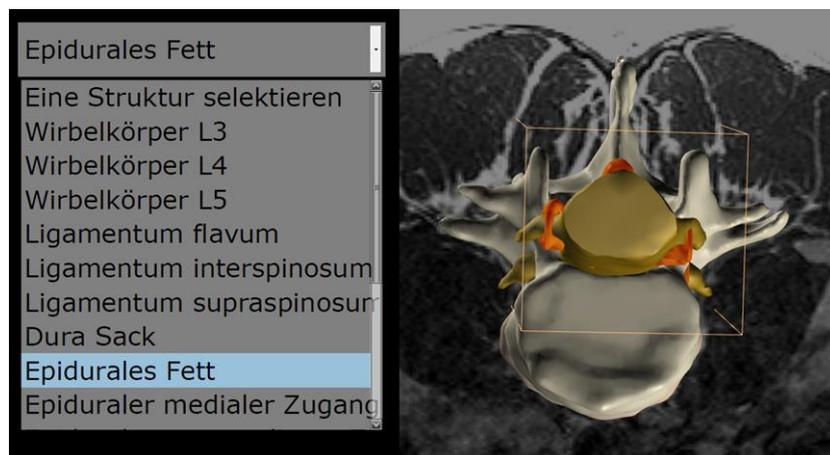


Abbildung 9 Auswahl der Struktur Beispiel: Epidurales Fett (in rot)

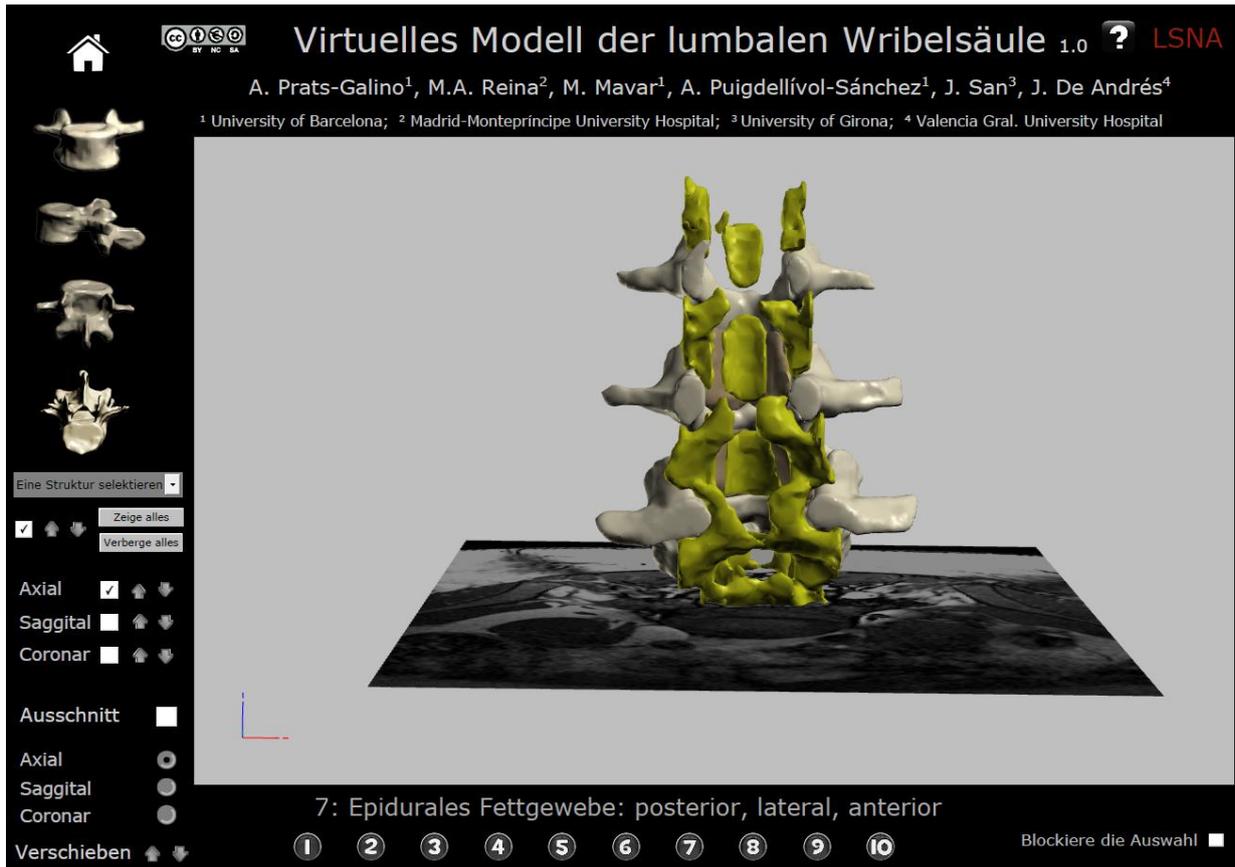


Abbildung 10 Auswahl der Struktur Beispiel: Epidurales Fett

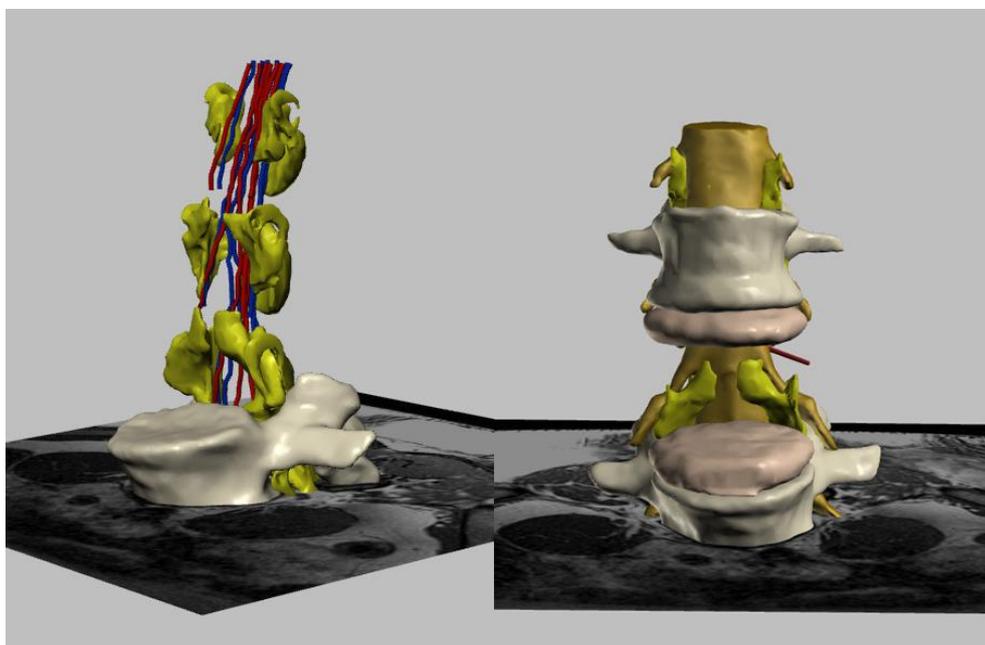


Abbildung 11 Beispiel verschiedener Strukturen anzeigen/ausblenden

2.4 Struktur Validierungsfunktion

Ist der "Strukturen-Validieren-Button" aktiviert, wird die ausgewählte Struktur in das Modell eingefügt. Wenn er deaktiviert ist, wird die Struktur vom Modell ausgeblendet.

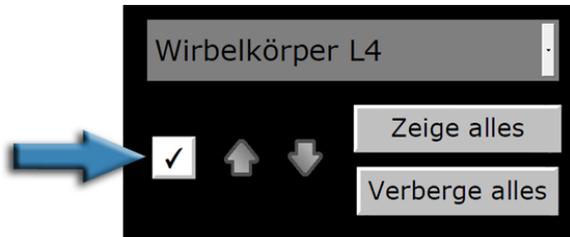


Abbildung 12 Strukturvalidierung: Ausgewählte Strukturen anzeigen/ausblenden

2.5 Darstellung transparenter Teile

Pfeile bestimmen den Grad der Transparenz zur stufenweisen Darstellung durch Farbveränderung.

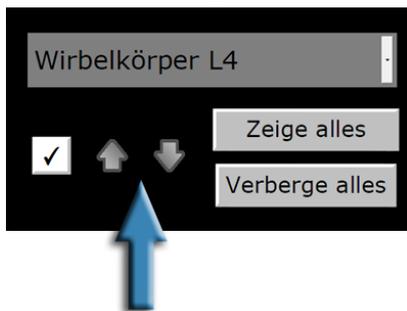


Abbildung 13 Veränderung des Grades der Transparenz

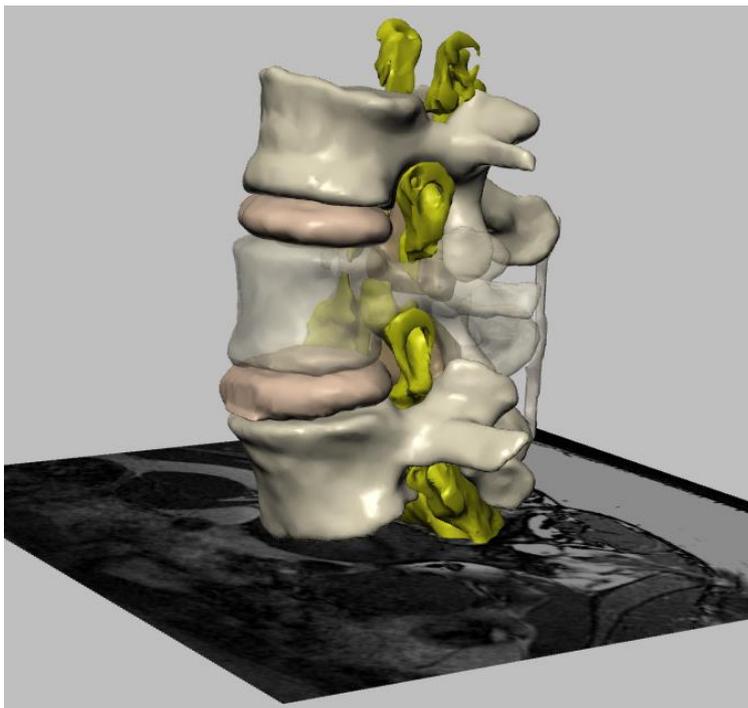


Abbildung 14 Beispiel: halbtransparenter Wirbelkörper L4

2.6 *“Zeige alles” Option*

Dieser Button zeigt alle Strukturen des 3D Modells auf dem Bildschirm. Jede Oberflächenstruktur kann ausgewählt und transparent gemacht werden, damit auch innenliegende Strukturen sichtbar werden. Um einzelne Strukturen zu entfernen, wählen Sie die entsprechende Struktur aus und bestätigen die Validierungsfunktion(2.4).

Alternativ kann eine Struktur entfernt werden durch Markierung des Namens im Drop-down Menü(2.3) und Klicken der Validierungsfunktion(2.4).

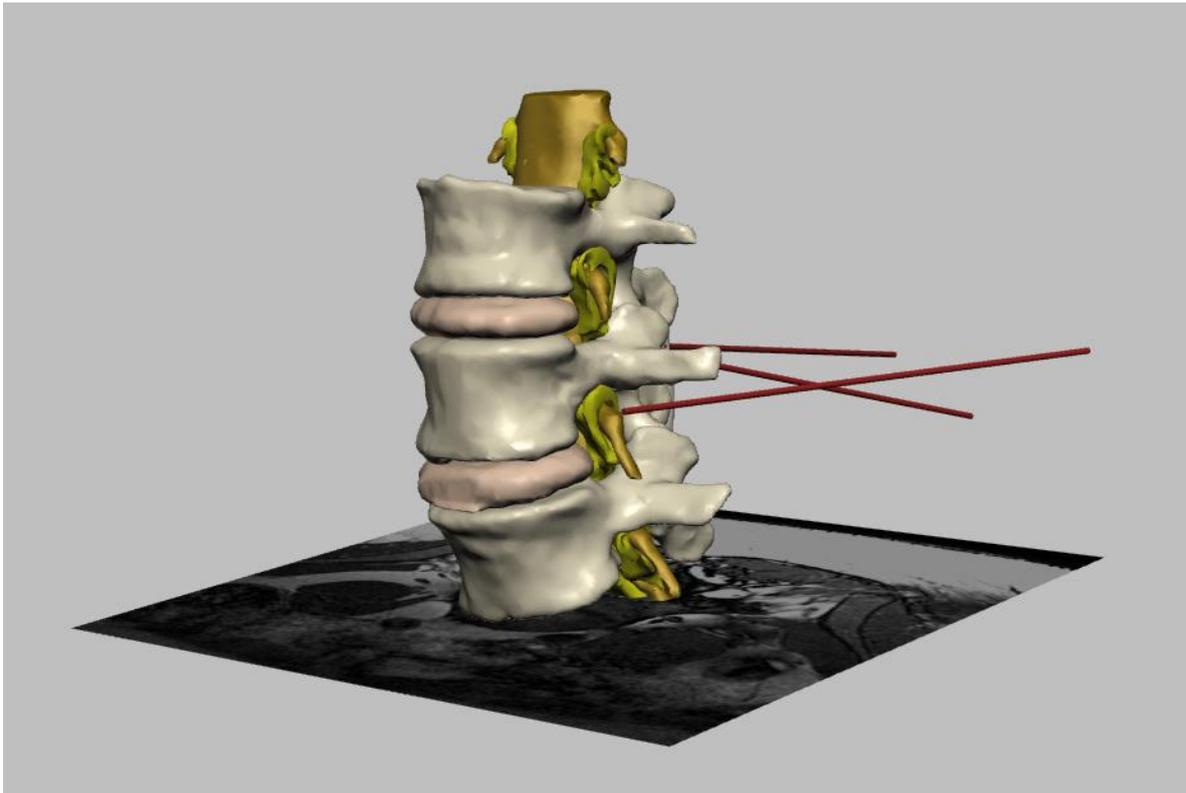


Abbildung 15 „zeige alles“: alle Strukturen sind sichtbar

2.7 *“Verberge alles” Option*

“Verberge alles” Button entfernt alle Strukturen, die auf die Arbeitsfläche des Bildschirms übernommen wurden.

2.8 Kernspinschnittebene

Diese Funktion zeigt oder verbirgt Schnitte auf der Arbeitsoberfläche.

Axiale, sagittale und coronare Schnitte können unabhängig oder in Kombination ausgewählt werden.

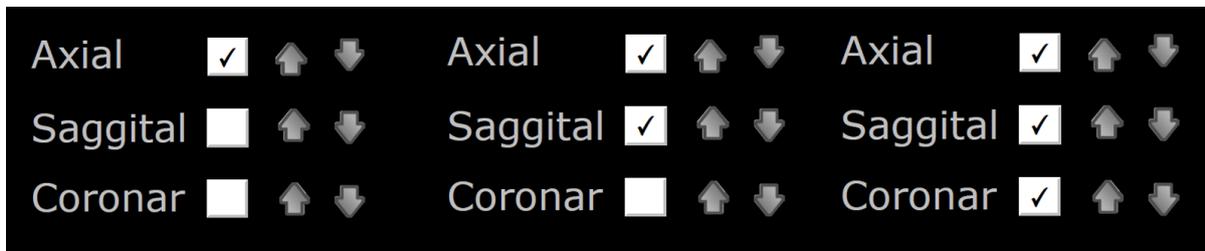


Abbildung 16 Möglichkeiten der Schnittebene

2.9 Navigation der Schnittebene

Pfeile ermöglichen das Navigieren von einer Schnittebene zu einer anderen. Miteinander verkoppelte Pfeile erlauben Bewegungen in alle Richtungen. Es gibt neun axiale, sieben sagittale und sechs coronare Schnittebenen.

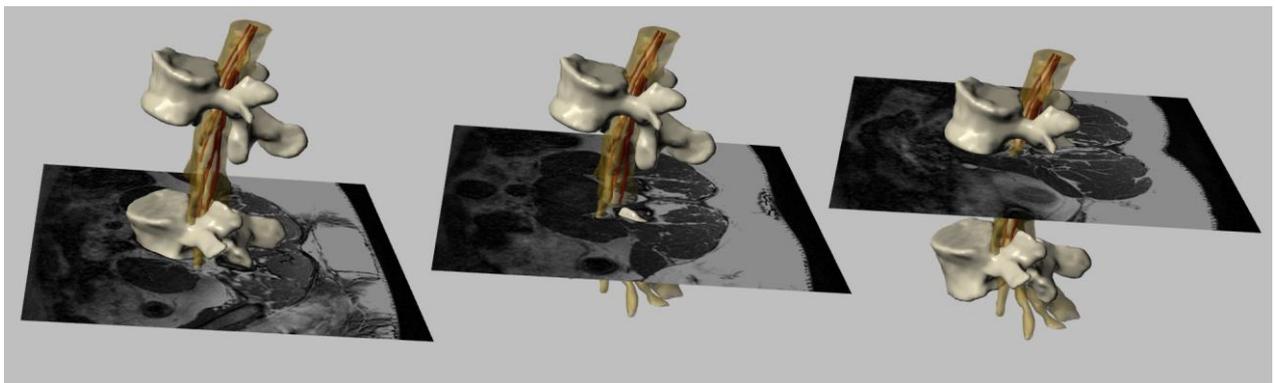
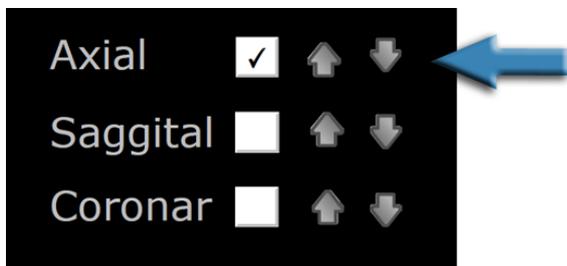


Abbildung 17 Axiale Schnittebene

Axial	<input checked="" type="checkbox"/>	↑	↓
Saggital	<input checked="" type="checkbox"/>	↑	↓
Coronar	<input type="checkbox"/>	↑	↓

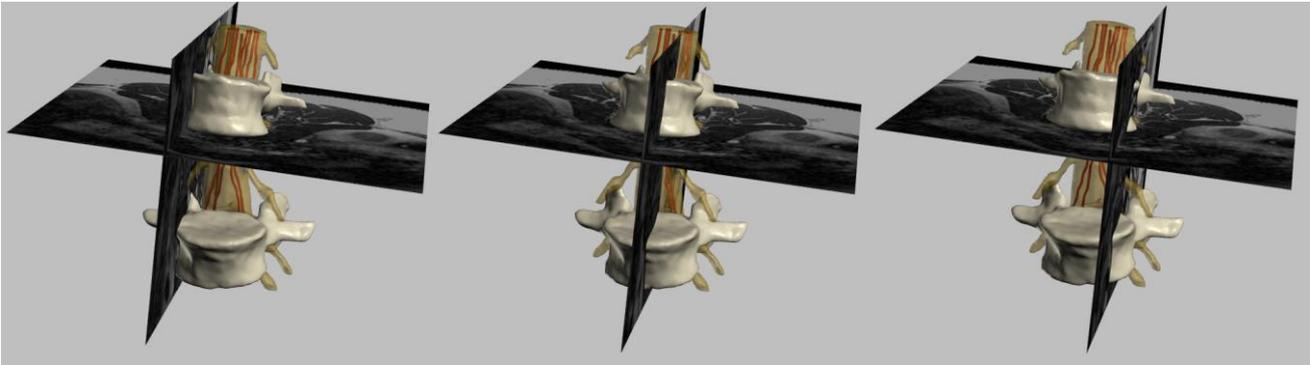


Abbildung 18 Sagittale Schnittebene

Axial	<input checked="" type="checkbox"/>	↑	↓
Saggital	<input checked="" type="checkbox"/>	↑	↓
Coronar	<input checked="" type="checkbox"/>	↑	↓

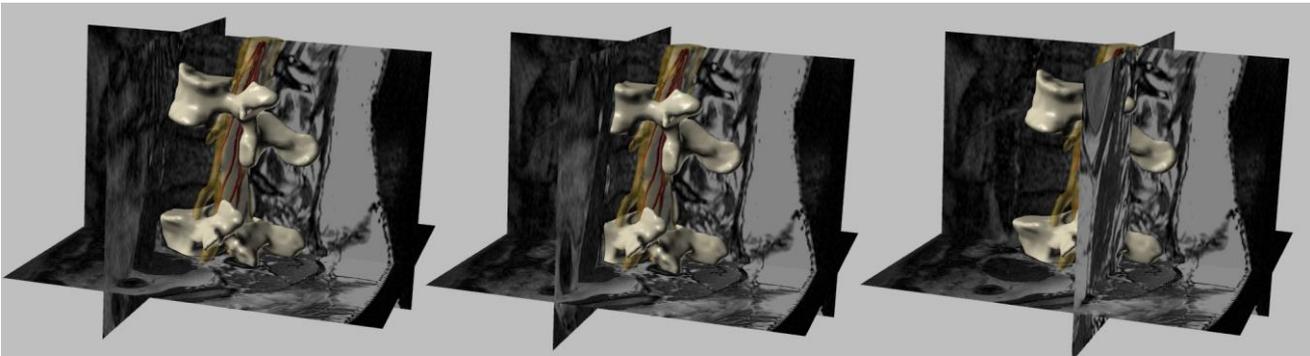


Abbildung 19 Coronare Schnitteben

2.10 Zuschnittfunktion

Diese Funktion stellt Zuschnitte des Original 3D Modells dar und beinhaltet die in Funktion 11 gewählten Schnittebenen.

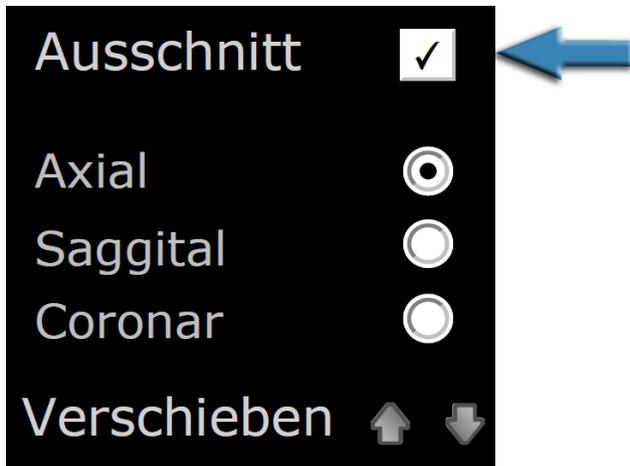


Abbildung 20 Zuschnittfunktion: Zuschnitt des Modells in einer Schnittebene

2.11 Schnittrichtungen

Diese Funktion erlaubt Schnitte in verschiedenen Richtungen: axial, sagittal oder coronar.



Abbildung 21 Schnittrichtungen

2.12 Schnittflächenverschiebung

Diese Funktion erlaubt das Navigieren zwischen mehreren Schnitten (durch Bewegung der Schnittflächen).



Abbildung 22 Verschieben der Schnitte am Model

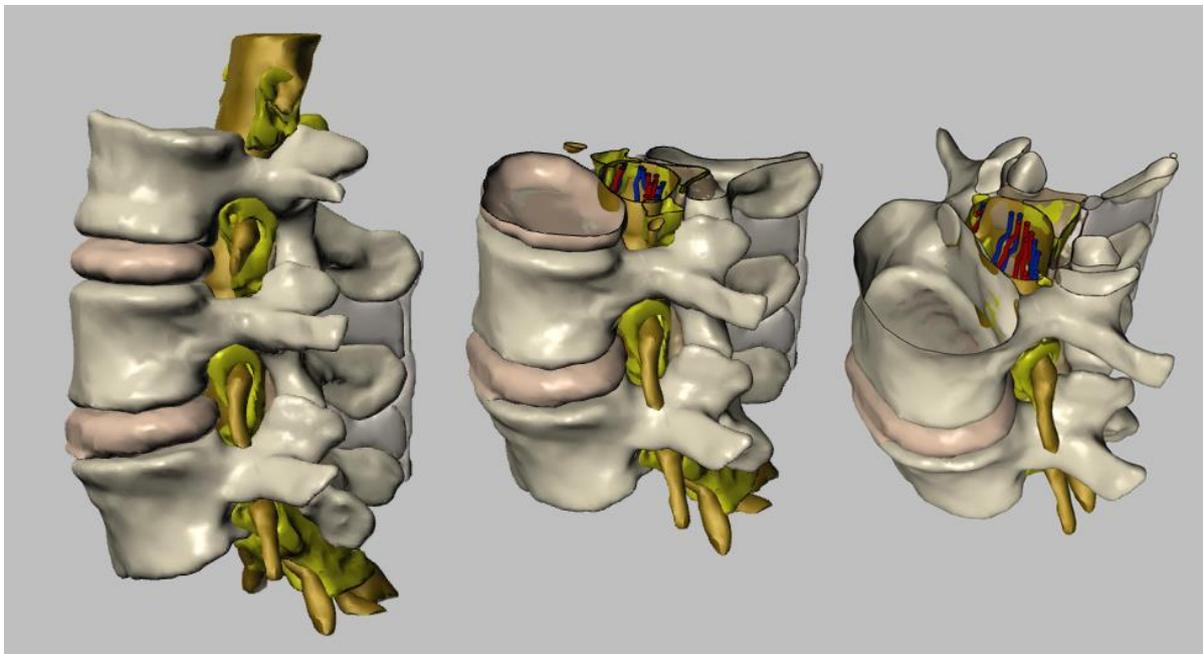


Abbildung 23 Beispiel Zuschnitte: Axialer Zuschnitt

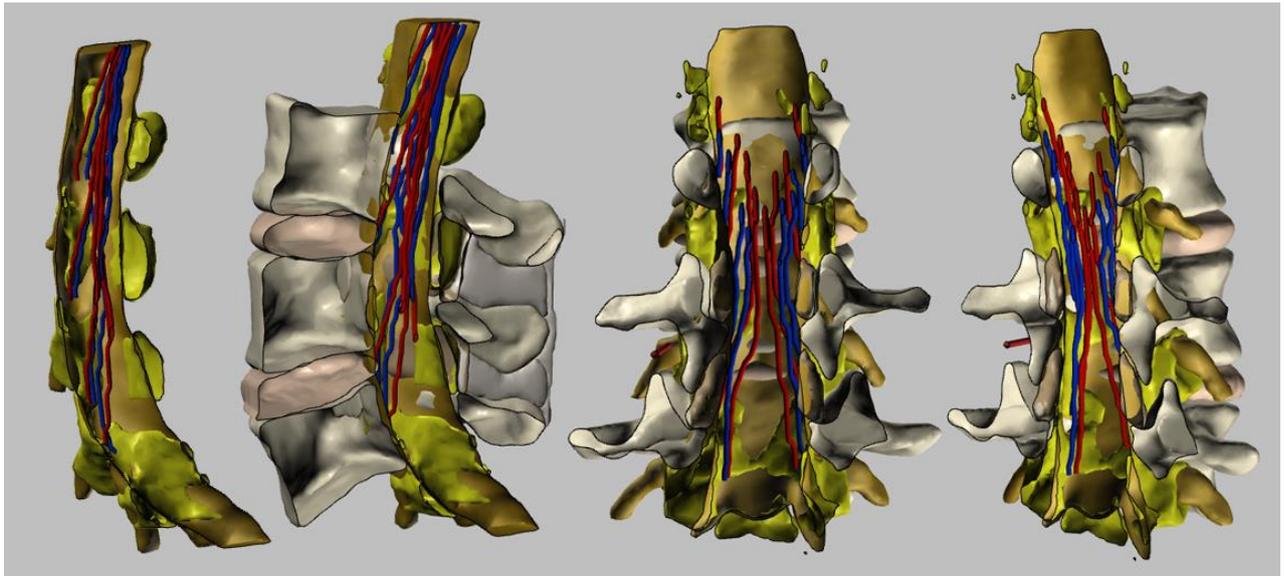


Abbildung 24 Beispiel Zuschnitte: Sagittaler und coronarer Zuschnitt

2.13 Vorgegebene Ansichten und kurze Erläuterungen

Es stehen verschiedene vorgegebene Ansichten zur Verfügung, die in der aktuellen Bildschirmoberfläche kurz erläutert werden. Alle oben aufgeführten Funktionen können in jeder dieser Ansichten angewendet werden.



Abbildung 25 gebräuchliche Ansichten und Beschreibungen

2.14 Sperrfunktion "Disable selection"

Diese Option verhindert das Auswählen von Strukturen durch Mausklick. Dies kann aus mehreren Gründen nützlich sein: Darstellungsprobleme durch Graphikkarten, Computerbauteile oder ähnliches oder einfach nur, wenn wir das Model drehen wollen ohne die Strukturen in rot hervorzuheben.

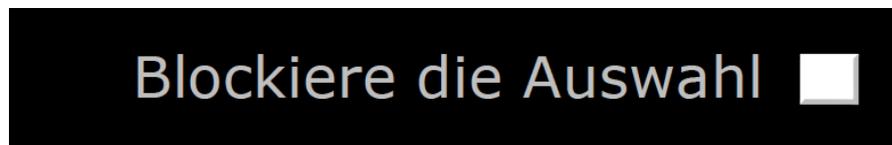


Abbildung 26 Sperrfunktion

2.15 Hilfe-Funktion

Anweisungen, wie dieses interaktive PDF-Dokument benutzt werden kann, erhält man durch Anklicken des Fragezeichen-Buttons oben rechts.

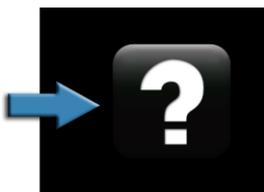


Abbildung 27 Hilfe-Funktion

3 Bildtafeln

Abbildung 1 Interaktives 3D PDF Dokument.....	3
Abbildung 2 Beispiel: medianer Spinalzugang	4
Abbildung 3 Funktionsbeschreibung: Klicken Sie auf einen nummerierten Button um zum gewünschten Kapitel zu gelangen	5
Abbildung 4 Bildschirmarbeitsplatz.....	6
Abbildung 5 360° - Rotation des Modells.....	7
Abbildung 6 Standardeinstellung Beispiel: superiore Ansicht	8
Abbildung 7 Standardeinstellung Beispiel: laterale Ansicht.....	9
Abbildung 8 Auswahl der Struktur	10
Abbildung 9 Auswahl der Struktur Beispiel: Epidurales Fett (in rot).....	10
Abbildung 10 Auswahl der Struktur Beispiel: Epidurales Fett.....	11
Abbildung 11 Beispiel verschiedener Strukturen anzeigen/ausblenden	11
Abbildung 12 Strukturvalidierung: Ausgewählte Strukturen anzeigen/ausblenden	12
Abbildung 13 Veränderung des Grades der Transparenz	12
Abbildung 14 Beispiel: halbtransparenter Wirbelkörper L4	12
Abbildung 15 „zeige alles“: alle Strukturen sind sichtbar	13
Abbildung 16 Möglichkeiten der Schnittebene.....	14
Abbildung 17 Axiale Schnittebene	14
Abbildung 18 Sagittale Schnittebene	15
Abbildung 19 Coronare Schnitteben	15
Abbildung 20 Zuschnittfunktion: Zuschnitt des Modells in einer Schnittebene	16
Abbildung 21 Schnittrichtungen.....	16
Abbildung 22 Verschieben der Schnitte am Model.....	17
Abbildung 23 Beispiel Zuschnitte: Axialer Zuschnitt	17
Abbildung 24 Beispiel Zuschnitte: Sagittaler und coronarer Zuschnitt.....	18
Abbildung 25 gebräuchliche Ansichten und Beschreibungen.....	19
Abbildung 26 Sperrfunktion	19
Abbildung 27 Hilfe-Funktion.....	19

4 Danksagung

Diese Arbeit wurde teilweise durch Zuwendungen unterstützt von: "Marató TV3 Project" [411/U/2011 - TITLE: Quantitative analysis and computer aided simulation of minimally invasive approaches for intracranial vascular lesions.] und "2012PID-UB/002 Project" [Grupo de Anatomía Virtual y de Simulación, Universitat de Barcelona].

Wir danken ebenso Olga Fuentes¹ für ihren technischen Beistand.

Die Übersetzung ins Deutsche erfolgte durch Willi Mang und Nadine Schwab (Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie, Universitätsklinikum des Saarlandes und Medizinische Fakultät der Universität des Saarlandes, Homburg, Deutschland).

5 Lizenzvereinbarung

Dieses interaktive 3D Modell der Wirbelsäule im PDF Format wird herausgegeben unter der Lizenz CC BY-NC-SA 2.0², die die Nennung der Autoren bestimmt und die nichtkommerzielle Nutzung erlaubt, vorausgesetzt es wird zu den gleichen Lizenzbedingungen wie das Original weitergegeben.

JavaScript Quellcode und Original Modell sind nicht öffentlich und nicht zugriffsberechtigt und können nicht modifiziert werden.

Sollten Teile dieses Dokumentes (z.B. Bilder des Modells), die im Zusammenhang mit der o.g. Lizenz CC BY-NC-SA 2.0 stehen, benutzt werden, nehmen sie bitte Bezug auf:

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

Das Original 3D PDF-Dokument, die Bedienungsanleitung und die Lizenzierungsdatei sind frei zugänglich auf <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/44844?locale=en>.

¹ Laboratory of Surgical NeuroAnatomy (LSNA), Human Anatomy and Embryology Unit, Faculty of Medicine, Universitat de Barcelona, Barcelona

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