



Ministério da Educação – Brasil
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
Minas Gerais – Brasil
Revista Vozes dos Vales: Publicações Acadêmicas
Reg.: 120.2.095 – 2011 – UFVJM
ISSN: 2238-6424
QUALIS/CAPES – LATINDEX
Nº. 06 – Ano III – 10/2014
<http://www.ufvjm.edu.br/vozes>

Simulador ecográfico: utilidad como herramienta de formación para la infiltración de toxina botulínica ecoguiada.

Javier Nieto Blasco
Médico Especialista en Medicina Física y Rehabilitación.
Doctorado Formación Sociedad del Conocimiento en la
Universidad de Salamanca – España
Departamento Servicio de Medicina Física y Rehabilitación.
Complejo Asistencial Universitario de Salamanca - España.
E-mail: javier_nieto_blasco@hotmail.com

Colaboradores:

Juan A. Juanes Méndez. Departamento de Anatomía Humana (Universidad de Salamanca)
Pablo Alonso Hernández. Servicio de Anestesiología y Reanimación. Complejo Asistencial (Universitario de Salamanca)
Belén Curto Diego. Departamento de Informática y Automática (Universidad de Salamanca)
Felipe Hernández Zaballos. Servicio de Anestesiología y Reanimación. Complejo Asistencial (Universitario de Salamanca)
Vidal Moreno Rodilla. Departamento de Informática y Automática (Universidad de Salamanca)

Resumo: Para realizar a infiltração de ultra-sonografia de toxina botulínica é necessário ter formação e experiência extensa. Com base nos e-learning e aplicando novos ambientes tecnológicos na formação médica, nosso objetivo foi desenvolver uma plataforma para treinamento médico virtual através de um simulador de ultrassom. Nossa aplicação é compatível com o Microsoft Windows e Macintosh. Para o seu desenvolvimento foi utilizado, empregando programação plataforma de tecnologia de software Visual C + +, Qt e XML. A concepção do programa foi dividida em três partes: funções de acesso, visualização e matemática. Nossa ferramenta tecnológica de formação médica permite a aquisição de

conhecimentos e habilidades sonográficas e infiltração através de um ambiente virtual dinâmico e interativo que permite exames de ultrassom, sem a "existência" de um paciente real.

Palavras-chave: Toxina botulínica. Simulación. E-learning. Ecografía. Formación médica.

Introducción:

El éxito y la eficiencia de la infiltración de toxina botulínica (TB), modalidad terapéutica de elección en el tratamiento de la espasticidad (BERWECK, 2002, p.221-3; KWON, 2010, p.279-86; PICELLI, 2012, p.450-2; PICELLI, 2012, p.957-64; WESTHOFF, 2003, p.829-32; VAN CAMPENHOUT, 2013, p.1052-8; RODRIGUEZ, 2011, p.122-6; WISSEL, 2009, p.13-25; SOMMERFELD, 2012, p.814-20; BAKER, 2013, p.1084-96; GHASEMI, 2013, p.147-58; MEZAKI, 2011, p.785-94; SCONFIENZA, 2008, p.113-7; WON, 2012, p.80-5; SCHNITZLER, 2012, p.531; SUNG, 2013, p.494-500), depende de distintos factores, entre los que destacan de manera relevante una correcta selección y localización de los músculos a infiltrar, así como de una precisa y adecuada técnica de infiltración (KWON, 2010, p.279-86; PICELLI, 2012, p.450-2; PICELLI, 2012, p.957-64; VAN CAMPENHOUT, 2013, p.1052-8; RODRIGUEZ, 2011, p.122-6; WISSEL, 2009, p.13-25; WON, 2012, p.80-5).

Respecto a ello, conviene destacar que la técnica habitualmente empleada, la infiltración guiada por referencias anatómicas, se ha puesto en entredicho en los últimos años; puesto que recientes estudios (KWON, 2010, p.279-86; PICELLI, 2012, p.450-2; PICELLI, 2012, p.957-64; VAN CAMPENHOUT, 2013, p.1052-8; RODRIGUEZ, 2011, p.122-6; WISSEL, 2009, p.13-25; SCHNITZLER, 2012, p.531-4; OZCAKAR, 2013, p.805-17) han demostrado un alto y en absoluto aceptable, porcentaje de errores en la correcto posicionamiento de la aguja en el interior del músculo a infiltrar. La correcta colocación de la aguja en el interior del vientre muscular seleccionado, se considera un hecho clave en el tratamiento de la espasticidad (BERWECK, 2002, p.221-3; KWON, 2010, p.279-86; PICELLI, 2012, p.450-2; PICELLI, 2012, p.957-64; WESTHOFF, 2003, p.829-32; VAN CAMPENHOUT, 2013, p.1052-8; RODRIGUEZ, 2011, p.122-6; WISSEL, 2009, p.13-

25; SCONFIENZA, 2008, p.113-7; WON, 2012, p.80-5; SCHNITZLER, 2012, p.531-4; OZCAKAR, 2013, p.805-17), tanto para la eficacia de la infiltración como para evitar los posibles efectos adversos. Así como para evaluar falta de respuesta, descartando el error de localización o infiltración fuera del vientre muscular (BERWECK, 2002, p.221-3; KWON, 2010, p.279-86; PICELLI, 2012, p.450-2; PICELLI, 2012, p.957-64; WESTHOFF, 2003, p.829-32; SCONFIENZA, 2008, p.113-7; WON, 2012, p.80-5; OZCAKAR, 2013, p.805-17). Por este motivo se recomienda la utilización de nuevas guías de localización e infiltración de TB ya sean mediante electromiografía, electroestimulación o ecografía (KWON, 2010, p.279-86; PICELLI, 2012, p.450-2; PICELLI, 2012, p.957-64; WESTHOFF, 2003, p.829-32; VAN CAMPENHOUT, 2013, p.1052-8; RODRIGUEZ, 2011, p.122-6; WISSEL, 2009, p.13-25; SCHNITZLER, 2012, p.531-4; PICELLI, 2014, p.232-42).

En este sentido la relativamente novedosa infiltración de TB guiada por ecografía es considerada una técnica segura, rentable, eficaz y bien tolerada (BERWECK, 2002, p.221-3; KWON, 2010, p.279-86; PICELLI, 2012, p.450-2; PICELLI, 2012, p.957-64; WESTHOFF, 2003, p.829-32; MEZAKI, 2011, p.785-94; SCONFIENZA, 2008, p.113-7; OZCAKAR, 2013, p.805-17; PICELLI, 2014, p.232-42; FUJIMOTO, 2012, p.928-9), mostrando mejores resultados que las otras técnicas de infiltración por la mayor precisión de la colocación de la aguja en el músculo (BERWECK, 2002, p.221-3; KWON, 2010, p.279-86; PICELLI, 2012, p.450-2; PICELLI, 2012, p.957-64; MEZAKI, 2011, p.785-94; OZCAKAR, 2013, p.805-17; FUJIMOTO, 2012, p.928-9).

A pesar de dichos resultados y estar cada vez más recomendada, su utilización hoy en día aún es escasa, debido no sólo a que no siempre es posible disponer de un ecógrafo en nuestros servicios; sino también y de manera más importante, por la necesidad de tener y haber recibido la formación teórico-práctica suficiente para adquirir los conocimientos específicos necesarios para su manejo y realización (PICELLI, 2012, p.957-64; WESTHOFF, 2003, p.829-32; RODRIGUEZ, 2011, p.122-6; WISSEL, 2009, p.13-25; SCONFIENZA, 2008, p.113-7).

Mientras unos autores reseñan que la principal desventaja que muestra la infiltración ecoguiada es la mayor curva de aprendizaje necesaria en comparación con el resto de técnicas (WESTHOFF, 2003, p.829-32; RODRIGUEZ, 2011, p.122-6; WISSEL, 2009, p.13-25); otros autores defienden dicha técnica, señalando que no precisa mayor tiempo de aprendizaje que otras técnicas como la electroestimulación

(PICELLI, 2012, p.957-64; SCONFIENZA, 2008, p.113-7). Sea de una u otra forma, no cabe duda que es imprescindible para llevar a cabo una infiltración guiada por ecografía, una formación teórica-práctica y un adiestramiento previo para su correcta realización (PICELLI, 2012, p.957-64; WESTHOFF, 2003, p.829-32; RODRIGUEZ, 2011, p.122-6; WISSEL, 2009, p.13-25; SCONFIENZA, 2008, p.113-7).

En este sentido, y basándonos en los actuales avances de las tecnologías de la información y comunicación (TICs), así como en las nuevas modalidades de enseñanza, concretamente el método de autoaprendizaje o e-learning, que incluye la realidad virtual o la utilización de simuladores (LE BEUX, 2007, p.503-7; RUIZ, 2007, p.503-7; RUIZ, 2006, p.207-12; EVGENIOU, 2012, p.665-9; HARRIS, 2012, p.213-9; HELLE, 2013, p.73-80; ABDELHAI, 2012), los cuales se han mostrado tan eficaces como los métodos tradicionales de enseñanza, coste-efectivos y con un alto grado de satisfacción de los usuarios (LE BEUX, 2007, p.503-7; RUIZ, 2007, p.503-7; RUIZ, 2006, p.207-12; EVGENIOU, 2012, p.665-9; HELLE, 2013, p.73-80; ABDELHAI, 2012; SHEARER, 2013, p.39-45); presentamos una plataforma de aprendizaje mediante un simulador ecográfico. Esta plataforma va a permitir al profesional sanitario explorar de manera virtual los trayectos musculares, así como localizar los puntos considerados óptimos para la realización de la correcta y precisa infiltración de la TB en el músculo espástico, identificando las estructuras visualizadas en la ecografía. De esta forma, nuestra aplicación informática pretende facilitar la adquisición los conocimientos teórico-prácticos, tanto anatómicos como ecográficos, imprescindibles para una buena infiltración de toxina ecoguiada en el abordaje de la espasticidad.

Queremos destacar que nuestro desarrollo informático no pretende ser una herramienta que sustituya la metodología tradicional de enseñanza de la técnica, sino un elemento complementario que trata de beneficiarse de las ventajas potenciales que ofrecen la tecnología e-learning y la simulación clínica en combinación con la enseñanza médica tradicional (RUIZ, 2006, p.207-12; EVGENIOU, 2012, p.665-9; HARRIS, 2012, p.213-9; HELLE, 2013, p.73-80; ABDELHAI, 2012).

Material y métodos:

Nuestra aplicación es compatible tanto para entornos Microsoft Windows como para sistemas operativos Macintosh. Para su desarrollo se han utilizado tecnologías multiplataforma empleando el software de programación Visual C++, Qt o el lenguaje XML.

Toda la información está organizada en archivos PDF con documentación textual que incluyen los distintos temas, imágenes y vídeos, tanto de espasticidad, toxina botulínica, como conceptos de ecografía y su aplicación para infiltración. Para su visualización, la aplicación cuenta con un visor de archivos PDF interno, tanto para la versión Windows como para Mac.

El diseño del programa se dividió en tres partes. Por un lado las funciones de acceso a los datos. En segundo lugar todas las funciones de visualización, incluyendo la ventana de presentación, la de contenidos, el visor de archivos PDF, la pantalla de prácticas y los controles personalizados para las zonas del modelo, ecografías, corte e información anatómica. Finalmente otra parte del programa que implementa las principales funciones matemáticas, así como un control de seguridad y de uso del programa, mediante un gestor de contenidos, basado en la aplicación web, de ambiente formativo virtual, Moodle (Module Object-Oriented Dynamic Learning Environment).

Asimismo destacamos que el programa es sencillo de transportar e instalar en distintos ordenadores gracias a que se han creado instaladores automatizados específicos para cada plataforma. Las herramientas utilizadas para la generación de instaladores (NSIS para Windows y dmgCreator para Mac), permiten el empaquetamiento de todo el contenido en archivos exe y dmg respectivamente.

Cuestionario de satisfacción y validación del procedimiento informático.

Para la validación de la efectividad y utilidad del procedimiento informático como herramienta de formación médica, así como evaluar su aplicabilidad y utilidad en la práctica clínica; hemos elaborado un cuestionario de satisfacción del usuario de la herramienta tecnológica (ver tabla 1).

	1	2	3	4	5
1. La calidad de la aplicación informática es adecuada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. El desarrollo informático de formación es un producto totalmente novedoso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Estoy satisfecho con el aprendizaje obtenido	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Estoy satisfecho con la documentación teórica contenida en la aplicación informática	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Estoy satisfecho con las prácticas a través del simulador del desarrollo informático	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Considero esta herramienta tecnológica útil porque facilita la realización de la infiltración de toxina botulínica guiada por ecografía	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Considero que la utilización de este procedimiento tecnológico me será útil para la realización de mi actividad profesional diaria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. La navegación por la aplicación informática es fácil y cómoda	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Considero el procedimiento informático adecuado como modalidad de aprendizaje autónomo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Recomendaría esta herramienta tecnológica de formación médica a un compañero y/o estudiante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En todos los elementos se utiliza la siguiente escala de respuestas:					
1: Totalmente en desacuerdo; 2: En desacuerdo; 3: Ni de acuerdo ni en desacuerdo; 4: De acuerdo; 5: Totalmente de acuerdo					

Tabla 1: Cuestionario de satisfacción y validación del procedimiento informático.

Consiste en un cuestionario anónimo y voluntario, rellenado por un total de 40 especialistas en Medicina Física y Rehabilitación y Anestesiología y Reanimación, ya fueran facultativos o médicos residentes, que estuviesen familiarizados con el manejo e infiltración de toxina botulínica. Está compuesto de 10 ítems, donde a cada uno de ellos se le asigna un valor desde 1 (totalmente en desacuerdo) hasta 5 (totalmente de acuerdo). Utilizándose la escala Likert como herramienta de medición de sus resultados.

Resultados:

Con esta aplicación informática, los distintos profesionales sanitarios pueden encontrar un entorno virtual accesible y cómodo, para adquirir los conocimientos

anatômicos y ecográficos necesarios para la correcta infiltración de TB; sin necesidad de desplazamiento ni accesibilidad a un dispositivo ecográfico.

El procedimiento informático desarrollado contiene una parte teórica y otra práctica, con una interfaz sencilla de utilizar, que permite al usuario acceder a toda la información disponible de manera fácil y cómoda.

Respecto a la parte teórica de la aplicación tecnológica, destacamos la existencia a disposición del usuario de todo un conjunto de archivos o documentos PDF con imágenes y videos de pacientes reales, que incluyen los conocimientos teóricos tanto de la espasticidad (concepto, fisiopatología, clínica, métodos de evaluación...), de la toxina botulínica (mecanismo de acción, indicaciones, dosis, dilución, efectos adversos...), como de conceptos básicos de la electromiografía, electroestimulación y ecografía, y su aplicación para infiltración de la TB.

Además de la parte teórica, el programa cuenta con un simulador ecográfico que permite a los usuarios realizar prácticas con un ecógrafo virtual, que incluye imágenes de ecografías reales, información anatómica y vídeos de ecografías Doppler así como videos ilustrativos que muestran el movimiento de los músculos a estudiar.

El simulador ecográfico nos permite explorar e identificar de manera virtual, tantas veces como sean necesarias, los trayectos musculares de la extremidad superior como inferior, así como los puntos considerados óptimos para la realización de la correcta infiltración en el músculo espástico, identificando las estructuras visualizadas en la ecografía. De esta manera el médico facultativo podrá familiarizarse con las imágenes ecográficas, integrándolas dentro de la anatomía real del paciente, concepto denominado sonoanatomía, que no es más que la correcta identificación y visión del cuerpo humano mediante la utilización de los ultrasonidos.

Asimismo reseñamos que se han incluido ilustraciones de anatomía seccional realizadas a partir de imágenes de Resonancia Magnética (RM), para la adquisición de los conocimientos anatómicos de las regiones más frecuentemente infiltradas. Esto nos permite localizar e identificar las diferentes estructuras anatómicas que las componen; no sólo los músculos a infiltrar, sino también poder localizar y distinguir las estructuras vásculo-nerviosas que se deben evitar dañar, al realizar la infiltración.

Funcionamiento de la aplicación.

El programa se inicia con la pantalla de presentación de nuestra aplicación informática, donde se pueden ver los nombres de todos sus autores. Desde dicha página inicial de arranque se accede a las distintas opciones, pulsando sobre el botón de contenidos, organizados en secciones y capítulos. Cada uno de ellos cuenta con su propia pestaña que, cuando se abre, muestra una lista con los capítulos que la componen. Así, los usuarios pueden navegar fácilmente por todo el contenido del desarrollo informático. Toda la información de los distintos capítulos está organizada en archivos PDF con diapositivas que ocupan casi toda la pantalla, para que así las explicaciones de los distintos temas, imágenes y vídeos que las forman, se vean lo mejor posible (ver figura 1).

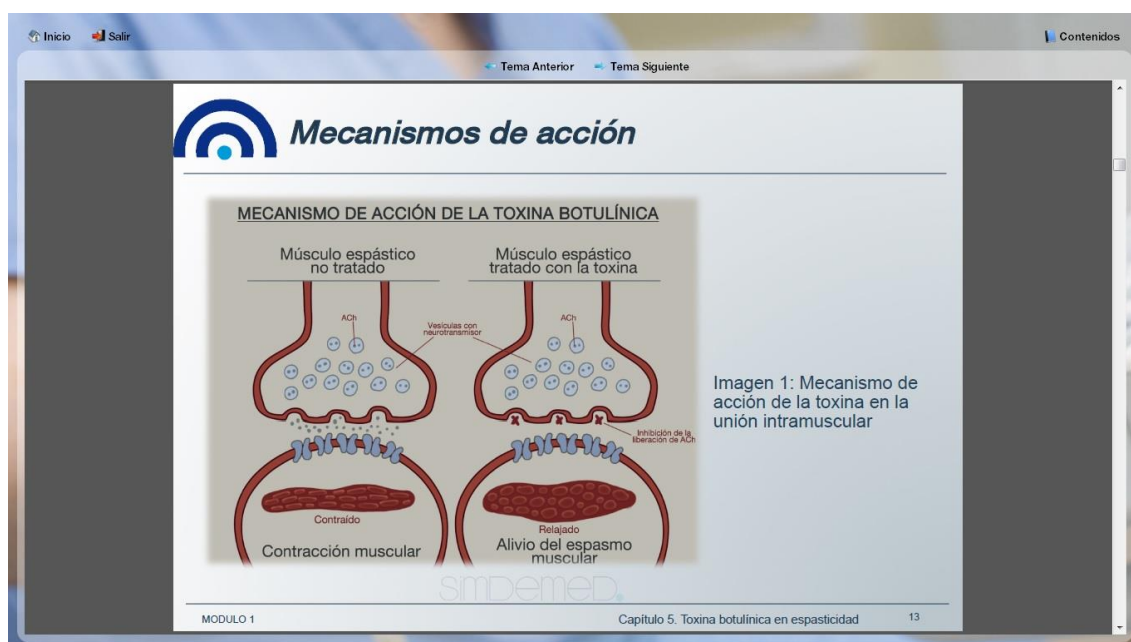


Figura 1: Visualización de un ejemplo de uno de los documentos PDF de uno de los capítulos de la parte teórica de la aplicación informática, que ocupa gran parte de la pantalla para su mejor visualización, con una de las numerosas ilustraciones que aparecen.

En la parte superior, unos botones de acceso permiten pasar rápidamente al capítulo anterior y al siguiente, sin tener que volver siempre a la pantalla de contenidos. Además, cuando los capítulos incluyen prácticas, un menú, situado también en la parte superior derecha, permite ver y acceder a todas las prácticas disponibles.

La ventana de prácticas que ocupa gran parte de la pantalla, está formada por cuatro recuadros que dividen el espacio disponible en las cuatro zonas principales:

zona del modelo, zona de ecografía, zona de corte y zona de información (ver figura 2).

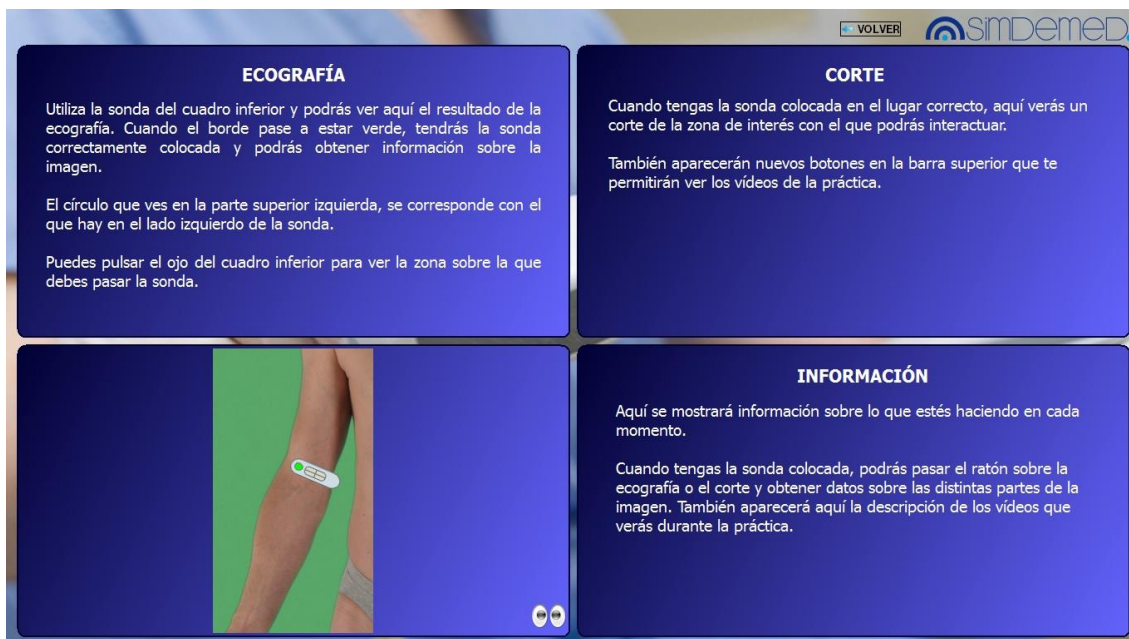


Figura 2: Pantalla inicial de la sección práctica del procedimiento informático, donde pueden visualizarse cuatro cuadrantes que la componen: zona de modelo, zona de ecografía, zona de corte y zona de información.

El recuadro inferior izquierdo muestra el modelo de estudio. Cada práctica muestra la zona del cuerpo de un modelo en la que se encuentran los músculos a estudiar. En ella aparece la sonda del ecógrafo virtual, que puede ser arrastrada y desplazada por los usuarios, sobre el modelo, moviendo con el ratón sobre la imagen del paciente, como si se tratara de un ecógrafo real, mientras en el recuadro superior izquierdo de la pantalla, se van mostrando las ecografías reales correspondientes a la posición del transductor (ver figura 3).

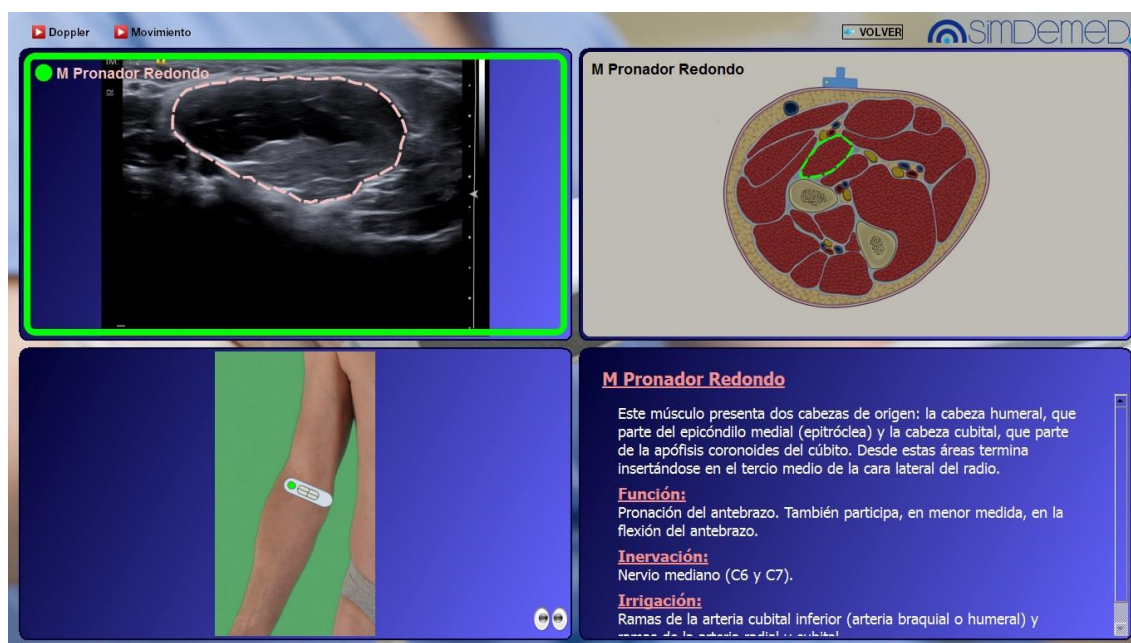


Figura 3: Pantalla que ilustra la sección de prácticas de nuestro desarrollo tecnológico, donde puede visualizarse la imagen ecográfica real, sobre la que se rodea el músculo indicado. El cuadrante inferior izquierdo nos muestra la posición del transductor. En la parte derecha se visualiza una sección axila de la zona de corte y rodeándose el músculo indicado, así como su información anatómica en el cuadrante inferior derecho.

Para aumentar el realismo de la simulación, se ha añadido un efecto especial adicional, que permite que cuando la sonda se desplaza lateralmente sobre el trayecto explorado, la imagen ecográfica hace lo propio sobre el área de visualización (ver figura 4).

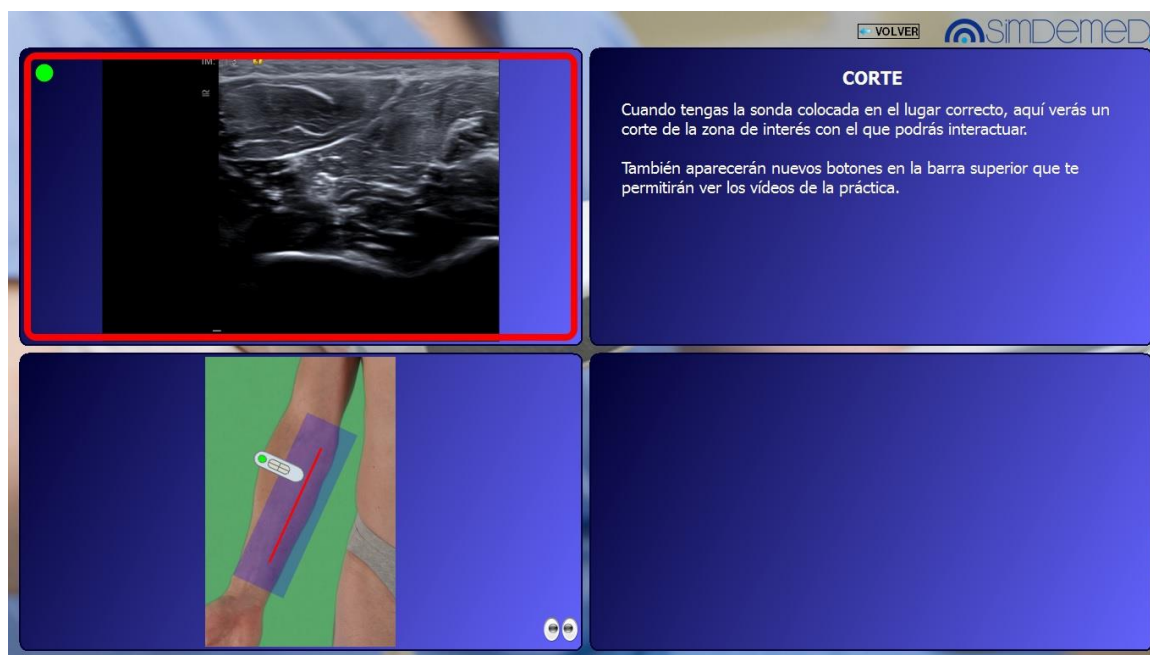


Figura 4: Pantalla que ilustra el efecto especial para el aumento de realismo de la simulación en la sección de prácticas de nuestro desarrollo tecnológico, donde puede visualizarse que cuando la sonda se desplaza lateralmente sobre el trayecto explorado, la imagen ecográfica hace lo propio sobre el área de visualización.

El programa informático posee un sistema de ayuda que puede activarse o desactivarse opcionalmente, pulsando sobre una imagen situada en la esquina inferior derecha del área del modelo. La aplicación señala la zona correcta por la que se debe mover la sonda para conseguir una imagen óptima del músculo a infiltrar, dibujando una serie de líneas sobre ella, útil en aquellos casos donde la región a explorar es reducida, o en aquellos casos donde el usuario puede no saber a priori el trayecto muscular a seguir (ver figura 5).

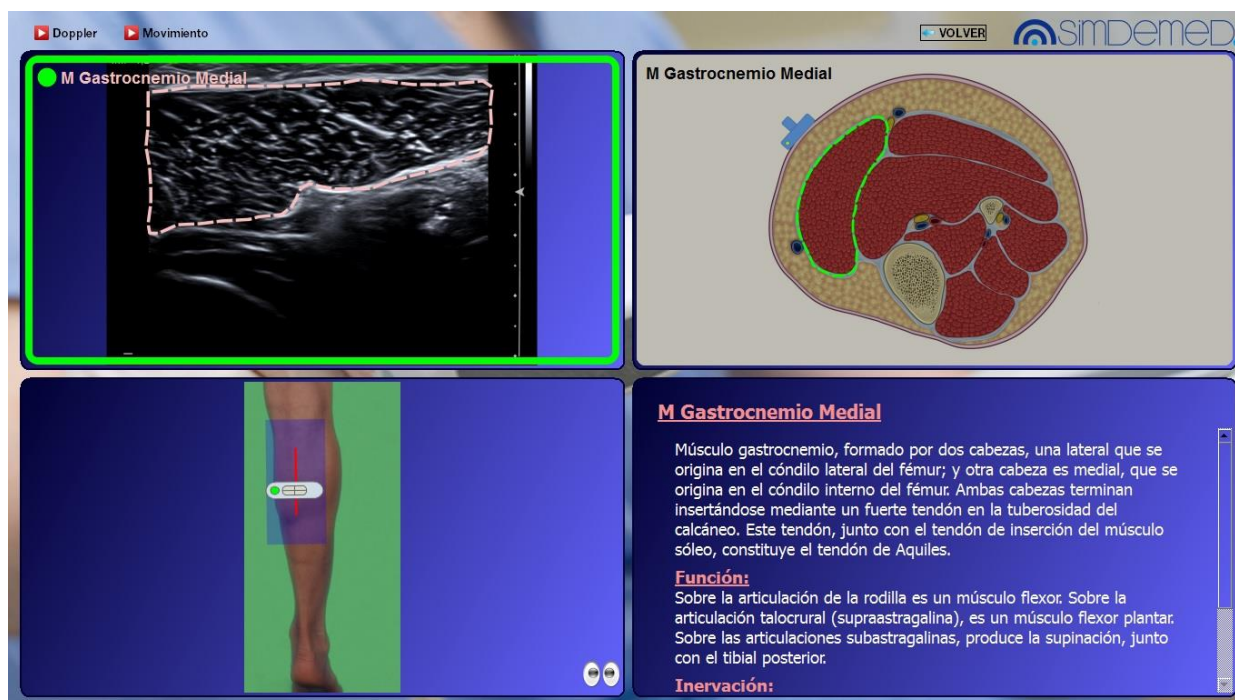


Figura 5: Pantalla que ilustra la sección de prácticas de nuestro desarrollo informático, donde podemos visualizar el sistema de ayuda, que nos indica la zona donde se debe realizar la exploración ecográfica, para facilitarnos la localización del punto óptimo de la infiltración. Asimismo en la parte superior podemos visualizar las pestañas de acceso tanto al video ECO-Doppler como al video del movimiento muscular del músculo a infiltrar.

Asimismo al área o zona de visualización de las imágenes ecográficas se le ha añadido, mediante un código de colores, un borde que le indica la proximidad a la región en que puede localizarse el músculo a infiltrar de forma óptima. Cuando el borde es rojo, significa que la sonda está lejos del lugar correcto, amarillo indica que se encuentra en la zona que se debe explorar para identificar el músculo; mientras que, cuando es verde, indica la adecuada y correcta localización de la sonda para la visualización de la zona de estudio (ver figura 3 y 4).

En ese momento, con la sonda colocada en el lugar adecuado, la zona de las imágenes ecográficas se vuelve interactiva y entran en juego las dos zonas principales restantes, situadas en la parte derecha, denominadas zona de corte y zona de información.

En la parte superior derecha se ubica la zona de corte, donde se muestra una ilustración de un corte de anatomía seccional de la parte del cuerpo que se ve en la ecografía. Dicha ilustración es asimismo interactiva, al igual que la zona de

ecografía. Para interactuar, el usuario al pasar el puntero del ratón por encima de cualquiera de las dos imágenes, tanto la ecografía como la ilustración, el programa va delimitando el contorno de las diferentes estructuras anatómicas (músculos, nervios, huesos, arterias y venas) por los que pasa, así como su localización en la otra imagen. A su vez, en el cuadrante inferior derecho, denominado zona de información, aparece la información relativa a los músculos sobre los que se está pasando (ver figura 3).

Por último destacamos que en la pantalla de prácticas, existen otras dos áreas de interés, aparte de las cuatro zonas principales ya descritas, ocupando la franja superior de la pantalla. En la parte izquierda, una serie de botones permiten reproducir vídeos eco Doppler y el movimiento de los músculos de la región estudiada; mientras en la parte derecha, un botón permite salir de la práctica y regresar a la pantalla de contenidos (ver figura 5 y 6).

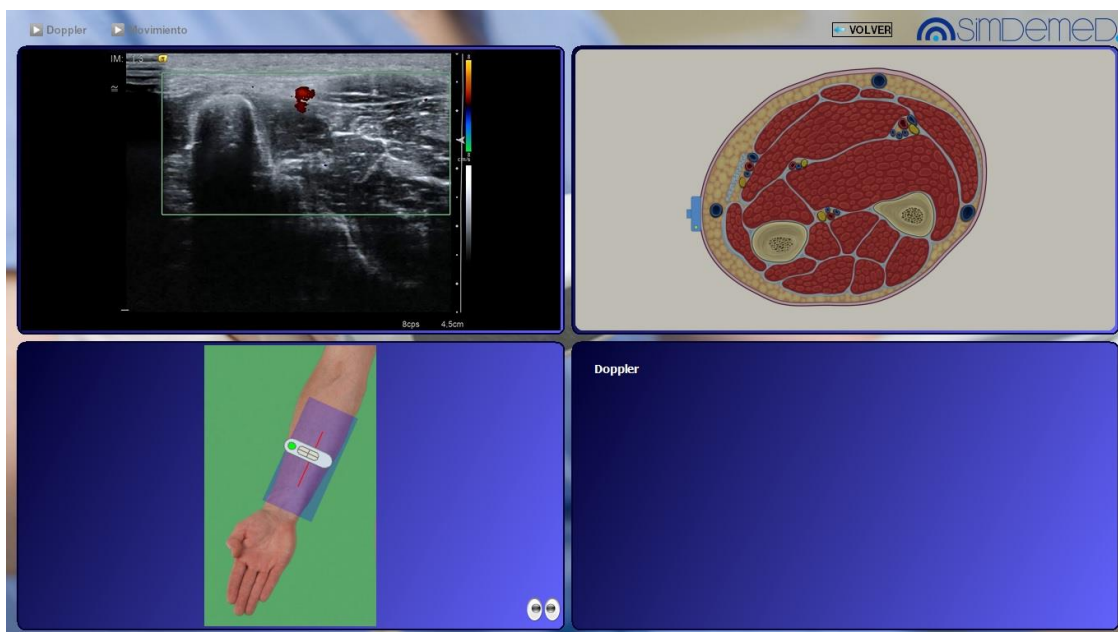


Figura 6: Pantalla que ilustra el video ECO-Doppler de la región ecográfica donde se localiza el músculo a infiltrar, donde podemos visualizar e identificar las estructuras vasculares que debemos evitar dañar al realizar la correspondiente infiltración.

En relación al cuestionario de satisfacción y validación, la muestra a estudio, fueron los cuestionarios rellenados y remitidos de modo voluntario, por un total de 40 profesionales sanitarios, 75% Médicos Rehabilitadores frente al 25% restante de Anestesiólogos. En cuanto a la experiencia o formación de los profesionales sanitarios, eran residentes el 40%, mientras eran adjuntos, independiente de los

años de experiencia el otro 60%. La distribución por sexos fue 70% de hombres frente a 30% mujeres.

Los resultados del cuestionario se muestran en la tabla siguiente (ver tabla 2), observándose y destacándose que no obtuvo ningún resultado negativo, en ninguno de los 10 ítems que lo componen.

Resultados encuesta de satisfacción y validación del procedimiento informático.	Rehab	Anest	Total
1 La calidad de la aplicación informática es adecuada	4,7	4,3	4,6
2 El desarrollo informático de formación es un producto totalmente novedoso	4,7	4	4,5
3 Estoy satisfecho con el aprendizaje obtenido	4,3	4,3	4,3
4 Estoy satisfecho con la documentación teórica contenida en la aplicación informática	4,6	4,3	4,5
5 Estoy satisfecho con las prácticas a través del simulador del desarrollo informático	5	5	5
6 Considero esta herramienta útil porque facilita la realización de la infiltración de toxina botulínica	4,8	4,3	4,7
7 Considero que este procedimiento tecnológico me será útil para la realización de mi actividad profesional diaria	4,6	4,6	4,6
8 La navegación por la aplicación informático es fácil y cómoda	4,6	4,6	4,6
9 Considero el procedimiento informático adecuado como modalidad de aprendizaje autónomo	4,3	4,6	4,5
10 Recomendaría esta herramienta tecnológica de formación médica a un compañero y/o estudiante	5	5	5
Rehab: Rehabilitación Anest: Anestesiología			

Tabla 2: Resultados encuesta de satisfacción y validación del procedimiento informático.

Discusión:

La espasticidad es una entidad frecuente en los pacientes que presentan alguna enfermedad neurológica, independientemente de la etiología de la misma y de la edad de presentación (RODRIGUEZ, 2011, p.122-6; WISSEL, 2009, p.13-25; WON, 2012, p.80-5). Es por ello que consideramos primordial que los profesionales sanitarios, concretamente Neurólogos y Médicos Rehabilitadores, aunque no ellos en exclusiva, deben poseer un exhaustivo conocimiento de dicha patología, su manejo, valoración y metodologías de tratamiento. Y concretamente, dentro de ellas, un conocimiento teórico de las diferentes modalidades de infiltración de TB así como una amplia experiencia en la práctica de las mismas.

En relación a lo anterior, reseñamos que hoy en día la formación de los profesionales sanitarios está inherentemente asociada a la demanda asistencial dentro de los hospitales. La posibilidad de adquirir los conocimientos teórico-prácticos, así como las habilidades para la realización de dichas técnicas de infiltración están considerablemente disminuidas, por la obligación diaria de atención

a los pacientes en los centros especializados (EVGENIOU, 2012, p.665-9; ABDELHAI, 2012). El tiempo para la formación es un tiempo extraordinario que el profesional sanitario dedica a parte del empleado en la asistencia diaria de los pacientes. Debe por tanto, llevarse a cabo habitualmente de manera individualizada y motivada por la inquietud que el propio profesional presenta, fuera de los horarios laborales habituales, lo que complica su realización.

Asimismo referimos que la manera tradicional de aprendizaje de las diferentes técnicas de infiltración se ha basado en la visualización y observación de la aplicación de la misma por otros profesionales. Y es de sobra conocido por todos, que no es lo mismo “verlo que hacerlo” y más cuando se trata de pacientes, lo que aumenta la presión y tensión a la hora de llevarla a cabo, con los riesgos o posibles daños que toda técnica invasiva puede acarrear.

Por tanto, y aunque a lo largo de los años los profesionales sanitarios han adquirido dichas habilidades, y se han convertido en médicos especialistas en las diferentes especialidades médicas, consideramos que la formación médica debe actualizarse y adaptarse a las nuevas generaciones y nuevas demandas sociales de hoy en día. Las nuevas tecnologías forman parte de nuestra sociedad actual y cada vez están más integradas tanto en la formación como en la actuación de los profesionales médicos (LE BEUX, 2007, p.503-7; RUIZ, 2006, p.207-12; EVGENIOU, 2012, p.665-9; HARRIS, 2012, p.213-9; HELLE, 2013, p.73-80; ABDELHAI, 2012).

Por esto, aprovechando las ventajas que nos aportan la aplicación de las tecnologías en la formación y experimentación médica, y basándonos en la experiencia de otros autores, que han demostrado la utilidad y efectividad de simuladores o plataformas virtuales para la adquisición de los conocimientos y las habilidades para realizar una determinada técnica ya sea exploratoria o terapéutica (LE BEUX, 2007, p.503-7; RUIZ, 2006, p.207-12; EVGENIOU, 2012, p.665-9; HELLE, 2013, p.73-80; SHEARER, 2013, p.39-45); hemos desarrollado esta herramienta de aprendizaje, que puede considerarse como una alternativa o complemento adicional a las técnicas de aprendizaje y formación utilizadas hasta el momento actual.

Dicho desarrollo tecnológico de formación trata de integrar los conocimientos teóricos actualizados en el tratamiento de la espasticidad con TB; así como ser una herramienta práctica para la adquisición de las habilidades para la realización de una

técnica novedosa, como es la infiltración ecoguiada de TB, que como mencionamos anteriormente se ha convertido en la actualidad en la técnica de elección.

Esta modalidad terapéutica, la infiltración de TB ecoguiada, ha tenido como principal desventaja la dificultad de la adquisición de la experiencia y adaptación a la comprensión, integración e interpretación de las imágenes ecográficas, para la posterior realización de la infiltración. Sus principales detractores afirman, de manera correcta, la importante y gran curva de aprendizaje que se necesita para la correcta y precisa realización de dicha técnica (WESTHOFF, 2003, p.829-32; RODRIGUEZ, 2011, p.122-6; WISSEL, 2009, p.13-25).

Pero dado que se considera la técnica de elección por ser segura, eficaz, rentable y precisa (BERWECK, 2002, p.221-3; KWON, 2010, p.279-86; PICELLI, 2012, p.450-2; PICELLI, 2012, p.957-64; WESTHOFF, 2003, p.829-32; MEZAKI, 2011, p.785-94; SCONFIENZA, 2008, p.113-7; OZCAKAR, 2013, p.805-17; PICELLI, 2014, p.232-42; FUJIMOTO, 2012, p.928-9), y que actualmente presenta los mejores resultados comparada con las otras modalidades de infiltración (BERWECK, 2002, p.221-3; KWON, 2010, p.279-86; PICELLI, 2012, p.450-2; PICELLI, 2012, p.957-64; MEZAKI, 2011, p.785-94; OZCAKAR, 2013, p.805-17; FUJIMOTO, 2012, p.928-9); creemos que es necesario facilitar una herramienta o nuevo método de aprendizaje, que permita al profesional sanitario adquirir estos conocimientos de la manera más eficaz, precisa y en el menor tiempo posible. Se necesita que esta nueva forma de aprendizaje no conlleve mayor dificultad ni obstáculos para la formación del profesional, y que no interfiera en su trabajo diario, es decir que facilite dicho aprendizaje necesario.

Además nuestra herramienta se beneficia de las ventajas que ofrecen las nuevas tecnologías (e-learning y simulación) al poder realizarse en un entorno virtual cómodo, accesible, sin necesidad de desplazamiento ni accesibilidad a un dispositivo ecográfico, con un paciente virtual, sin molestar a un paciente real, disminuyendo su discomfort y disminuyendo los riesgos que pudiesen ocasionarse (LE BEUX, 2007, p.503-7; RUIZ, 2007, p.503-7; RUIZ, 2006, p.207-12; EVGENIOU, 2012, p.665-9; HELLE, 2013, p.73-80; ABDELHAI, 2012; SHEARER, 2013, p.39-45). Asimismo para la familiarización e integración de las imágenes ecográficas dentro de la anatomía real del paciente, lo que se conoce como sonoanatomía, y para la adquisición de los conocimientos ecográficos, el simulador nos permitirá identificar y

explorar de manera virtual los trayectos musculares, y localizar los puntos óptimos para la realización de la infiltración, identificando las estructuras visualizadas en la ecografía.

Por todo ello, hemos creado esta herramienta tecnológica de aprendizaje al considerarla un recurso válido, útil y de referencia para la formación teórico-práctica en la infiltración ecoguiada de TB, mediante un simulador ecográfico, que facilite a los profesionales sanitarios la adquisición de los conocimientos de sonoanatomía necesarios para la óptima infiltración de la TB. De esta forma, se pretende que sea una herramienta didáctica complementaria, para la adquisición de los conocimientos anatómicos de la musculatura implicada en los distintos patrones de espasticidad, mediante la utilización de las diferentes ilustraciones de la musculatura implicada y los cortes de anatomía seccional.

Consideramos que esta aplicación informática online, supondrá una herramienta válida y útil para la formación de todos los profesionales sanitarios implicados en el tratamiento de la espasticidad (médicos rehabilitadores, neurólogos,...etc.) de una manera cómoda, sencilla, segura y rápida.

El objetivo por tanto final de esta aplicación o herramienta didáctica, es lograr la incentivación de los profesionales en el uso de la ecografía para la infiltración de TB en el tratamiento de la espasticidad, para una mayor seguridad, eficacia y calidad asistencial de nuestros pacientes.

Para finalizar hacemos hincapié en los resultados obtenidos en el cuestionario de satisfacción de los usuarios, que se ha utilizado para validar el procedimiento informático como herramienta de formación médica. De entre los distintos aspectos analizados, destacamos su elevado grado de aceptación; dado que el 100% de los usuarios están totalmente satisfechos con el simulador del desarrollo informático, y todos ellos lo recomendarían a otro compañero. El contenido teórico presenta menor grado de satisfacción, si bien el 50% refieren estar totalmente satisfecho y el otro 50% satisfecho. No se ha encontrado ninguna respuesta negativa al respecto del curso, reseñando que el 70% está totalmente de acuerdo en que considera esta herramienta útil y que facilita la infiltración de toxina ecoguiada.

Todos estos resultados están en consonancia, con los datos hallados por otros autores (JUANES, 2011; JUANES, 2012; RODRIGUEZ, 2012), a partir de los cuales

nos hemos basado para elaboración de nuestra herramienta informática, extrayendo las conclusiones de la aplicación de modelos similares de simulación ecográfica.

Conclusiones:

A partir de nuestros resultados y de los hallados en la experiencia de otros autores (JUANES, 2011; JUANES, 2012; RODRIGUEZ, 2012), consideramos que esta aplicación informática y concretamente el simulador ecográfico, se trata de una herramienta válida para la formación de los profesionales sanitarios para la adquisición de los conocimientos tanto anatómicos como ecográficos necesarios para la correcta infiltración de la TB ecoguiada; al ofrecer un entorno virtual, cómodo y accesible ya que no precisa del desplazamiento del usuario ni de la necesidad de acceder a un dispositivo ecográfico, permitiendo la realización de exploraciones ecográficas sin la “existencia” de un paciente real.

Abstract: To perform an echograph guided infiltration is necessary previous training and experience. Based on e-learning and application of new technological environments in medical training, our goal has been to develop a learning platform for virtual medical training, through an echograph simulator. Our application works in Microsoft Windows and Macintosh. For its development multi-platform technologies have been used such as programming software Visual C++, Qt and XML code. The design of program was organized in three parts: access, visualization and mathematical functions. Our technological medical training tool allows get knowledge and practical skills for echo-guided infiltration, through a dynamic and interactive virtual environment, allowing echograph explorations without the “existence” of a real patient.

Keywords: Botulinum toxin, simulation, e-learning, echography, medical training.

Obrigados:

Nuestro más sincero agradecimiento al Dr. Jesús Alaejos Fuentes, Dr. Jose Ángel Santos Sánchez, Fco. Javier Rodríguez Serrano y a todos los compañeros del Servicio de Rehabilitación y del Servicio de Neurofisiología del Hospital Universitario de Salamanca, ya que sin ellos no habría podido llevarse a cabo este trabajo.

Referências:

1. BERWECK S.; FELDKAMP A.; FRANCKE A.; NEHLES J.; SCHWERIN A.; HEINEN F. Sonography-guided injection of botulinum toxin A in children with cerebral palsy. **Neuropediatrics**, Germany, v.33, n.4, p.221-3, aug 2002.
2. KWON J.Y.; HWANG J.H.; KIM J.S. Botulinum toxin a injection into calf muscles for treatment of spastic equines in cerebral palsy: a controlled trial comparing sonography and electric stimulation-guided injection techniques: a preliminary report. **Am J Phys Med Rehab**, United States, v.89, n.4, p.279-86, apr 2010.
3. PICELLI A.; BONETTI P.; FONTANA C.; BARAUSSE M.; DAMBRUOSO F.; GAJOFATTO F. et al. Accuracy of botulinum toxin type A injection into gastrocnemius muscle of adults with spastic equinus: manual needle placement and electrical stimulation guidance compared using ultrasonography. **J Rehabil Med**, Sweden, v.44, n.5, p.450-2, may 2012.
4. PICELLI A.; TAMBURIN S.; BONETTI P.; FONTANA C.; BARAUSE M.; DAMBRUOSO F. et al. Botulinum toxin type A injection into the gastrocnemius muscle for spastic equines in adults with stroke: a randomized controlled trial comparing manual needle placement, electrical stimulation and ultrasonography-guided injection techniques. **Am J Phys Med Rehab**, United States, v.91, n.11, p.957-64, nov 2012.
5. WESTHOFF B.; SELLER K.; WILD A.; JAEGER M.; KRAUSPE R. Ultrasound-guided botulinum toxin injection technique for iliopsoas muscle. **Dev Med Child Neurol**, England, v.45, n.12, p.829-32, dec 2003.
6. VAN CAMPENHOUT A.; VERHAEGEN A.; PANS S.; MOLENAERS G. Botulinum toxin type A injections in the psoas muscle of children with cerebral palsy: muscle atrophy after motor end plate-targeted injections. **Res Dev Disabil**, United States, v.34, n.3, p.1052-8, mar 2013.
7. RODRIGUEZ M.; MESA C.M.; GOMEZ L.; MARTINEZ-SAHUQUILLO M.E.; ECHEVARRIA C. Valoración de la exactitud de la infiltración de toxina botulínica a ciega en niños y adolescentes con parálisis cerebral. **Rehabilitación**, Spain, v.45, n.2, p.122-6, apr 2011.

8. WISSEL J.; WARD A.B.; ERZTGAARD P.; BENSMAIL D.; HECTH MJ.; LEJEUNE T.M. et al. European consensus table on the use of botulinum toxin type A in adult spasticity. **J Rehabil Med**, Sweden, v.41, n.1, p.13-25, jan 2009.
9. SOMMERFELD D.K.; GRIPENSTEDT U.; WELMER A.K. Spasticity after stroke: an overview of prevalence, test instruments and treatments. **Am J Phys Med Rehabil**, United States, v.91, n.9, p.814-20, sep 2012.
10. BAKER J.A.; PEREIRA G. The efficacy of botulinum toxin A for spasticity and pain in adults: a systematic review and meta-analysis using the grades of recommendation, assessment, development and evaluation approach. **Clin Rehabil**, England, v.27, n.12, p.1084-96, dec 2013.
11. GHASEMI M.; SALARI M.; KHORVASH F.; SHAYGANNEJAD V. A literature review on the efficacy and safety of botulinum toxin: an injection in post-stroke spasticity. **Int J Prev Med**, Iran, v.4, n. Suppl 2, p.147-58, may 2013.
12. MEZAKI T. Clinical application of botulinum toxin. **Brain Nerve**, Japan, v.63, n.7, p.785-94, jul 2011.
13. SCONFENZA L.M.; PERRONE N.; LACELLI F.; LENTINO C.; SERAFINI G. Ultrasound-guided injection of botulinum toxin A in the treatment of iliopsoas spasticity. **J Ultrasound**, Italy, v.11, n.3, p.113-7, sep 2008.
14. WON S.Y.; RHA D.W.; KIM H.S.; JUNG S.H.; PARK E.S.; HU K.S. et al. Intramuscular nerve distribution pattern of the adductor longus and gracilis muscles demonstrated with Sihlerstaining: guidance for botulinum toxin injection. **Muscle Nerve**, United States, v.46, n.1, p.80-5, jul 2012.
15. SCHNITZLER A.; ROCHE N.; DENORMANDIE P.; LAUTRIDOU C.; PARRATTE B.; GENET F. Manual needle placement: accuracy of botulinum toxin A injections. **Muscle Nerve**, United States, v.46, n.4, p.531-4, oct 2012.
16. SUNG K.H.; CHUNG C.Y.; LEE K.M.; LEE Y.K.; LEE J.; CHOI I.H. et al. Conflict of interest in the assessment of botulinum toxin A injections in patients with cerebral palsy: a systematic review. **J Pediatr Orthop**, United States, v.33, n.5, p.494-500, jul/aug 2013.

- 17.OZCAKAR L.; CARLI A.B.; TOK F.; TEKIN L.; AKKAYA N.; KARA M. The utility of musculoskeletal ultrasound in rehabilitation settings. **Am J Phys Med Rehabil**, United States, v.92, n.9, p.805-17, sep 2013.
- 18.PICELLI A.; LOBBA D.; MIDIRI A.; PRANDI P.; MELOTTI C.; BALDESSARELLI S. et al. Botulinum toxin injection into the forearm muscles for wrist and fingers spastic overactivity in adults with chronic stroke: a randomized controlled trial comparing three injection techniques. **Clin Rehabil**, England, v.28,n.3,p.232-42, mar 2014.
- 19.FUJIMOTO H.; MEZAKI T.; YOKOE M.; MOCHIZUKI H. Sonographic guidance provides a low-risk approach to the longus colli muscle. **Mov Disord**, United States, v.27, n.7, p.928-9, jun 2012.
- 20.LE BEUX P.; FIESCHI M. Virtual biomedical universities and e-learning. **Int J Med Inform**, Ireland, v.76, n.5-6, p.331-5, may/jun 2007.
- 21.RUIZ J.G.; CANDLER C.; TEASDALE T.A. Peer Reviewing E-Learning: Opportunities, Challenges, and Solutions. **Acad Med**, United States, v.82, n.5, p.503-7, may 2007.
- 22.RUIZ J.G.; MINTZER M.J.; LEIPZIG R.M. The impact of E-learning in medical education. **Acad Med**, United States, v.81, n.3, p.207-12, mar 2006.
- 23.EVGENIOU E.; LOIZOU P. The theoretical base of e-learning and its role in surgical education. **J Surg Educ**, United States, v.69, n.5, p.665-9, sep/oct 2012.
- 24.HARRIS D.M.; RYAN K.; RABUCK C. Using a high-fidelity patient simulator with first-year medical students to facilitate learning of cardiovascular function curves. **Adv Physiol Educ**, United States,v.36, n.3, p.213-9, sep 2012.
- 25.HELLE L.; NIVALA M.; KRONGVIST P. More technology, better learning resources, better learning? Lessons from adopting virtual microscopy in undergraduated medical education. **Anat Sci Educ**, United States, v.6, n.2, p.73-80, mar/apr 2013.
- 26.ABDELHAI R.; YASSIN S.; AHMAD M.F.; FORS U.G. An e-learning reproductive health module to support improved student learning and interaction: a prospective interventional study at a medical school in Egypt. **BMC Med Educ**, England, v.12, n.11, mar 2012.

27. SHEARER J.E. High-fidelity simulation and safety: an integrative review. **J Nurs Educ**, United States, v.52, n.1, p.39-45, jan 2013.
28. 97th Scientific Assembly and Annual Meeting Radiological Society of North America. Chicago, United States. Juanes JA; Framiñan A.; Gómez JJ; Velasco MJ and Paniagua JC. Eco-Trainer: A tool for simulating Ultrasound Explorations. Nov 2011.
29. Congress of Society in Europe for Simulation Applied to Medicine. Stavanger. Norway. Juanes JA, Alonso P, Hernández F, Rodríguez A, Muriel C. Simulation environment for regional anaesthesia using a virtual ultrasound. Jun 2012.
30. EUROSON2012. EFSUMB Annual Meeting - XIII Congreso Internacional de Ecografía de la SEMG. Madrid, España. Rodríguez A, Juanes JA, Alonso P, Hernández F, Muriel C. Entorno tecnológico de simulación ecográfica para la exploración de nervios periféricos. Apr 2012.

Texto científico recebido em: 17/07/2014

Processo de Avaliação por Pares: (*Blind Review* - Análise do Texto Anônimo)

Publicado na Revista Vozes dos Vales - www.ufvjm.edu.br/vozes em: 31/10/2014

Revista Científica Vozes dos Vales - UFVJM - Minas Gerais - Brasil

www.ufvjm.edu.br/vozes

www.facebook.com/revistavozesdosvales

UFVJM: 120.2.095-2011 - QUALIS/CAPES - LATINDEX: 22524 - ISSN: 2238-6424

Periódico Científico Eletrônico divulgado nos programas brasileiros *Stricto Sensu*

(Mestrados e Doutorados) e em universidades de 38 países,

em diversas áreas do conhecimento.