

Actualización de los Conocimientos Anatómicos de la extremidad superior, mediante Técnicas de Imagen de Última Generación

Claudia María Llamas Alonso

Directores:

Juan Antonio Juanes Méndez

José Ángel Santos Sánchez

Plan de Investigación

Programa de Doctorado Formación en la Sociedad del Conocimiento

Universidad de Salamanca

Salamanca, a 14 junio de 2023

INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL TEMA OBJETO DE ESTUDIO

En los últimos años hemos observado globalmente un cambio en la metodología educativa para la enseñanza de diferentes asignaturas a lo largo de toda la formación médica. En el ámbito de la Anatomía Humana se han producido numerosos avances desde el punto de vista teórico-práctico. En este sentido, las nuevas tecnologías han cambiado la visualización y estudio de la morfología corporal de forma considerable (Juanes, 2016). Todas las especialidades médicas han tenido que adaptarse y evolucionar al ritmo de los avances tecnológicos. La radiología es una de las especialidades donde más se han representado cambios tecnológicos en las últimas décadas. La digitalización de las técnicas clásicas, la aparición de múltiples técnicas nuevas, el exponencial aumento de la demanda de pruebas y su relevancia a la hora de adoptar una actitud terapéutica han precipitado rápidos progresos en la radiología intervencionista y diagnóstica. Estas tecnologías han permitido la adquisición de imágenes digitales de alta calidad diagnóstica en menor tiempo y con mejor resolución, así como un amplio abanico de programas de reconstrucción 3D y postprocesado. Todo ello está facilitando un mejor conocimiento de la anatomía corporal, lo que repercutirá sin duda en un mejor diagnóstico de las diferentes patologías (Phillips et al., 2013).

Por ello, a pesar de todo este potencial tecnológico que tenemos a nuestra disposición, es imprescindible en la labor del radiólogo un conocimiento anatómico profundo que permita una identificación diferencial y precisa de la patología. Herramienta y conocimiento deben entrelazarse para conseguir que el especialista construya mentalmente la imagen tridimensional de cada región del cuerpo humano.

Estos motivos y consideraciones previas nos han hecho establecer como línea de investigación el estudio anatómico minucioso y detallado de la extremidad superior del cuerpo humano a través de distintas técnicas de imagen. Con el objetivo de proporcionar, a los estudiantes de medicina, residentes y facultativos, un conocimiento adecuado y actualizado de la morfología de la extremidad superior, analizando la compleja interacción dinámica entre las diferentes piezas óseas que la constituyen y sus articulaciones, así como los ligamentos y músculos que se insertan en los huesos y el paquete vasculonervioso (Bruno et., 2019).

Se ha optado por el estudio del miembro superior debido a su complejidad estructural, su funcionalidad excepcional y a que su anatomía no se encontraba previamente descrita en su totalidad. También conviene observar que las condiciones patológicas musculoesqueléticas del miembro superior son extremadamente frecuentes y tienen un impacto muy alto en la calidad de vida de los pacientes (Maeseneer et al., 2006; Bazzocchi et al., 2019; Grignon y Duparc, 2021).

Con este trabajo se pretende rellenar algunos de los vacíos de información necesaria para los radiólogos y clínicos que se enfrenten a patología sobre la extremidad superior. Con la certeza de que una sólida comprensión de las características morfológicas y acciones recíprocas de los elementos anatómicos de las articulaciones del miembro superior y de las variantes normales pueden ser de gran interés para mejorar la práctica médica radiológica y quirúrgica del día a día (Hurov, 2009).

HIPÓTESIS DE TRABAJO Y PRINCIPALES OBJETIVOS A ALCANZAR

Se han planteado las siguientes hipótesis:

1. El trabajo realizado por radiólogos y cirujanos traumatólogos está estrechamente relacionado con el diagnóstico y el tratamiento de dolencias, y patologías del aparato músculo-esquelético. Ello supone una interpretación correcta de las imágenes médicas.
2. Las actuales técnicas de diagnóstico por la imagen, han evolucionado considerablemente, ofreciéndonos unas imágenes de alta calidad y precisión anatómica, lo que requiere a los profesionales una adaptación a estos procedimientos tecnológicos y a una adecuada actualización de los conocimientos morfológicos.
3. Debido a los actuales equipamientos de aparatos de diagnóstico por la imagen, exige un planteamiento adecuado en su utilización en la valoración de patologías diagnósticas soluciones que permitan el desarrollo de nuevos productos.

Teniendo en consideración estas apreciaciones, este trabajo de investigación pretende proporcionar una actualización en los conocimientos y visualización de la anatomía del miembro superior, con diferentes técnicas de diagnóstico por la imagen; desde la cintura escapular y el hombro hasta la muñeca y la mano, describiendo todas las estructuras morfológicas que las componen (huesos, ligamentos músculos y paquete vasculo-nervioso).

El objetivo general de este trabajo de Tesis Doctoral es proporcionar un estudio exhaustivo y completo de la anatomía de la extremidad superior correlacionada con técnicas de imagen diagnóstica como la radiografía simple, RM, TC, ultrasonidos y secciones anatómicas; para que contribuya nuestro trabajo a un conocimiento morfológico completo del miembro superior que facilite un mejor aprendizaje para la interpretación posterior de imágenes patológicas.

Como objetivos secundarios, resaltamos los siguientes:

- 1.- Valorar y analizar con las diferentes técnicas de diagnóstico por la imagen, la morfología normal de la extremidad superior y sus posibles consecuencias funcionales y patológicas.
- 2.- Proporcionar una correlación anatomo-radiológica entre las distintas técnicas de imagen y secciones de cadáver (Kichouh et al., 2009).
- 3.- Describir el recorrido habitual y así como las posibles variantes anatómicas de los nervios, los cuales a veces están en riesgo potencial de atrapamiento. Siendo este punto de gran interés en caso de bloqueos anestésicos o reparación de los nervios en lesiones postraumáticas.
- 4.- Referir la relación constante entre estructuras anatómicas relevantes de cara al abordaje quirúrgico.
- 5.- Presentar algunos ejemplos de las patologías más relevantes que afectan con más frecuencia a la extremidad superior (Fritz y Boutin, 2017).
- 6.- Desarrollar un atlas anatomo-radiológico exhaustivo de la anatomía músculo-esquelética de la extremidad superior, que sirva de guía para la formación médica y el diagnóstico clínico; presentando imágenes seccionales y tridimensionales.

METODOLOGÍA

El trabajo de investigación comenzará con una exhaustiva revisión sistemática de la literatura científica sobre el tema, incluyendo libros, revistas especializadas, bases de datos y artículos de páginas web contrastadas. Esta revisión sistemática seguirá los marcos metodológicos reconocidos en el campo, como el enfoque de Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA), para garantizar la calidad y transparencia del proceso (Liberati et al., 2009; García-Peñalvo, 2022a).

En la fase de planificación, se formulará una pregunta de investigación clara y se definirán los criterios de inclusión y exclusión para seleccionar los estudios relevantes. Se utilizarán palabras clave y términos de búsqueda adecuados para llevar a cabo una búsqueda exhaustiva en las bases de datos pertinentes, como PubMed, Scopus y Web of Science. En esta misma línea, se emplearán las herramientas generales gratuitas como el buscador académico Google Scholar o el administrador de referencias bibliográficas Mendeley.

Una vez seleccionados los estudios, se realizará la extracción de datos relevante. Se recopilarán datos pertinentes, como los autores, el año de publicación, la metodología utilizada, las variables analizadas y los resultados principales.

Además, se aprovecharán los recursos y herramientas ofrecidos por la British Educational Research Association (BERA) (BERA, 2023) para fortalecer el diseño y la implementación de la investigación. El uso de los recursos de BERA en esta investigación garantizará un enfoque riguroso y actualizado, respaldado por las mejores prácticas y estándares de investigación en el campo de la educación. Asimismo, permitirá establecer conexiones con la comunidad académica y acceder a redes de colaboración que enriquecerán el proceso de investigación y contribuirán a la difusión de los resultados.

Como material de referencia anatómica seccional, emplearemos las imágenes del Proyecto Visible Human, de la Biblioteca Médica Nacional de los Estados Unidos, con licencia de utilización docente por el Departamento de Anatomía e Histología Humanas de la Facultad de Medicina de la Universidad de Salamanca.

Para la descripción morfológica de la extremidad superior, utilizaremos la base de datos del Servicio de Radiodiagnóstico del Complejo Asistencial Universitario de Salamanca, que contiene registros de pruebas como la Radiografía simple, Ultrasonografía, Tomografía Computarizada y Resonancia Magnética. Cada paciente incluido en el estudio recibirá información detallada sobre el procedimiento y se le solicitará que firme un consentimiento informado correctamente cumplimentado. Se respetarán los principios de confidencialidad, privacidad y protección de datos personales de acuerdo con las regulaciones directrices éticas vigentes.

En resumen, la metodología propuesta para esta investigación se basará en la recopilación exhaustiva de datos provenientes de fuentes académicas, la obtención de imágenes anatómicas mediante pruebas de imagen de alta calidad y en el uso de recursos especializados, como los proporcionados por BERA, para asegurar la rigurosidad y relevancia de los hallazgos obtenidos.

MEDIOS Y RECURSOS MATERIALES DISPONIBLES

Dentro del marco del Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento, el desarrollo de la Tesis Doctoral se apoya en la colaboración del grupo de investigación VisualMed Systems (<https://visualmed.usal.es/>), reconocido por la Universidad de Salamanca. Este grupo se dedica al desarrollo de sistemas de visualización médica avanzada para la formación médica y práctica clínica en el ámbito de la investigación Médica. Esta línea de investigación se enmarca en un enfoque multidisciplinar (García Peñalvo 2014, 2022b) que se vincula al avance tecnológico en el área de la medicina y la educación.

Esta colaboración entre el grupo de investigación VisualMed Systems y el Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento es una muestra clara de la importancia de la sinergia entre la tecnología y la medicina en la actualidad (García-Peñalvo et., 2019). Esta colaboración permite aprovechar los avances tecnológicos para mejorar la formación médica y la práctica clínica, y contribuye al desarrollo de un enfoque multidisciplinario que promueve una comprensión más completa y profunda de los problemas médicos.

Para llevar a cabo Tesis Doctoral y sus diferentes fases de investigación se cuenta con equipos de trabajo y recursos materiales proporcionados por el Hospital Universitario de Salamanca y el Departamento de Anatomía Humana de la Facultad de Medicina de la Universidad de Salamanca. Estos recursos son fundamentales para llevar a cabo investigaciones en el campo de la medicina y garantizar la validez de los resultados obtenidos.

- Radiografía simple (GE Healthcare Sistema de radiografía Optima™ XR646).
- Tomografía Computarizada de energía dual (GE Healthcare Revolution CT 256; tiempo de escaneo mínimo 0.2 s; voltaje en el tubo de rayos X 70-150 kV; potencia del generador 103 kW; peso corporal máximo 247 kg; número de cortes 256; apertura Gantry 800 mm).
- Ultrasonografía (Esaote MyLab X9).
- Resonancia Magnética (Siemens Magnetom Vida, 3T MRI scanner with BioMatrix Technology).
- PACS (Picture Archiving and Communication System), una base de datos con la historia clínica de cada paciente y las imágenes de las pruebas médicas generadas.
- Imágenes de disección anatómica cadavérica.

En resumen, la colaboración con el grupo de investigación VisualMed Systems y el acceso a los equipos y recursos proporcionados por el Hospital Universitario de Salamanca y el Departamento de Anatomía Humana de la Facultad de Medicina de la Universidad de Salamanca fortalecen la investigación en el marco del Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento, al combinar la tecnología, la medicina y la educación en un enfoque multidisciplinar.

PLANIFICACIÓN TEMPORAL

Durante el primer año de la tesis doctoral, se espera la publicación de al menos un artículo en una revista de alto impacto relacionada con la anatomía humana y la educación médica. Este artículo se enfocará en la exploración de hallazgos novedosos en el campo de la anatomía del miembro superior, abordando aspectos específicos de interés y contribuyendo al avance del conocimiento en el área.

En el segundo año, se tiene planificada la preparación y presentación de un segundo artículo. Este trabajo se centrará en los avances tecnológicos y su aplicación en el estudio y la enseñanza de la anatomía del miembro superior. Se abordarán temas relacionados con el uso de herramientas digitales o técnicas de visualización avanzada que permitan mejorar la comprensión y la práctica en este campo. El objetivo es enviar este artículo a una revista de alto impacto para su publicación y compartir los conocimientos adquiridos.

En el último año de la tesis doctoral, se buscará la publicación de un tercer artículo. Este artículo se centrará en las perspectivas actuales en la enseñanza de la anatomía del miembro superior, poniendo énfasis en enfoques pedagógicos innovadores y tecnologías emergentes. Se explorarán estrategias educativas efectivas o modelos de aprendizaje que promuevan una comprensión más completa y profunda de la anatomía. El objetivo es contribuir a la comunidad científica con información relevante y actualizada en este campo y buscar su publicación en una revista de alto impacto.

En añadido, se contempla la asistencia a al menos un congreso o conferencia relacionada con la anatomía humana o la educación médica en cada uno de los años. Estos eventos proporcionarán la oportunidad de compartir los avances preliminares, intercambiar conocimientos con otros investigadores y recibir retroalimentación de la comunidad científica.

REFERENCIAS

Bazzocchi, A., Aparisi Gómez, M. P., Spinnato, P., Marinelli, A., Napoli, A., Rotini, R., Catalano, C., & Guglielmi, G. (2019). Imaging the Postsurgical Upper Limb: The Radiologist Perspective. *Radiologic Clinics of North America*, 57(5), 977-1000. doi: 10.1016/j.rcl.2019.03.009.

British Educational Research Association. (2023). Resources for researchers. Recuperado de <https://www.bera.ac.uk/researchers-resources/resources-for-researchers>

Daffinà, J., Monti, R., Arrigoni, F., Bruno, F., Palumbo, P., Splendiani, A., Di Cesare, E., Masciocchi, C., & Barile, A. (2022). MR Imaging of the Lower Limb: Pitfalls, Tricks, and Tips. *Radiologic Clinics of North America*, 61(2), 375-380. doi: 10.1016/j.rcl.2022.10.010.

De Maeseneer, M., Van Roy, P., & Shahabpour, M. (2006). Normal MR imaging anatomy of the rotator cuff tendons, glenoid fossa, labrum, and ligaments of the shoulder. *Radiologic Clinics of North America*, 44(4), 479-487, vii. doi: 10.1016/j.rcl.2006.04.002

Fritz, R. C., & Boutin, R. D. (2017). Musculotendinous Disorders in the Upper Extremity: Part 2. MRI of the Elbow, Forearm, Wrist, and Hand. *Seminars in Musculoskeletal Radiology*, 21(4), 376-391. doi: 10.1055/s-0037-1604008. PMID: 28772316.

García-Peñalvo, F. J. (2014). Formación en la sociedad del conocimiento, un programa de doctorado con una perspectiva interdisciplinar. *Education in the Knowledge Society*, 15(1), 4-9.

García-Peñalvo, F. J. (2022a). Developing robust state-of-the-art reports: Systematic Literature Reviews. *Education in the Knowledge Society*, 23, e2860. <https://doi.org/10.14201/eks.28600>

García-Peñalvo, F. J. (2022b). *Sesión de bienvenida (kick-off meeting) del Programa de Doctorado Formación en la Sociedad del Conocimiento: Curso 2022-2023* Seminarios del Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento (24 de octubre de 2022), Salamanca, España. <https://bit.ly/3za9xfo>

García-Peñalvo, F. J., Rodríguez-Conde, M. J., Verdugo-Castro, S., & García-Holgado, A. (2019). Portal del Programa de Doctorado Formación en la Sociedad del Conocimiento. Reconocida con el I Premio de Buena Práctica en Calidad en la modalidad de Gestión. In A. Durán Ayago, N. Franco Pardo, & C. Frade Martínez (Eds.), *Buenas Prácticas en Calidad de la Universidad de Salamanca: Recopilación de las I Jornadas. REPOSITORIO DE BUENAS PRÁCTICAS (Recibidas desde marzo a septiembre de 2019)* (pp. 39-40). Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca.

Grignon, B., & Duparc, F. (2021). Anatomía clínica del miembro superior: una visión general. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 43, 617. <https://doi.org/10.1007/s00276-021-02758-x>

Hurov, J. (2009). Anatomy and mechanics of the shoulder: review of current concepts. *Journal of Hand Therapy*, 22(4), 328-342. doi: 10.1016/j.jht.2009.05.002

Juanes, J. A. (2016). Current status of new technologies in the teaching of experimental sciences and medicine in particular. *Educación Médica*, 17(1), 1-2.

Kichouh, M., Vanhoenacker, F., Jager, T., Van Roy, P., Pouders, C., Marcelis, S., Van Hedent, E., & De Mey, J. (2009). Functional anatomy of the dorsal hood of the hand: correlation of ultrasound and MR findings with cadaveric dissection. *European Radiology*, 19(8), 1849-1856. doi: 10.1007/s00330-009-1383-9

Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., Clarke, M., Devereaux, P. J., Kleijnen, J., & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *Journal of Clinical Epidemiology*, 62(10), e1-e34. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.06.006>

Phillips, A. W., Smith, S. G., & Straus, C. M. (2013). The role of radiology in preclinical anatomy: a critical review of the past, present, and future. *Academic Radiology*, 20(3), 297-304.e1. doi: 10.1016/j.acra.2012.10.005