

MEMORIA
MÁSTER PROPIO IMAGEN CARDIACA AVANZADA UCM
INSTITUTO CARDIOVASCULAR

Unidad de Imagen Cardíaca

Curso 2026-2027

DIRECTORES:

Prof. Jose Alberto de Agustín

Prof. Jose Juan Gómez de Diego

Justificación y Objetivos:

En los últimos años asistimos a un gran avance de las técnicas de imagen cardíaca que se han convertido en un pilar fundamental en la evaluación diagnóstica, pronóstica y para valorar la eficacia de los tratamientos realizados hoy día en Cardiología.

Las patologías cardiovasculares suponen actualmente la primera causa de mortalidad en los países desarrollados, de ahí la importancia de realizar un diagnóstico lo más preciso posible de las cardiopatías. Esto ha hecho que se produzca un desarrollo muy importante de las técnicas de imagen en Cardiología en las últimas décadas. Así mismo se han disparado el número de indicaciones y procedimientos diagnósticos en Cardiología y se estima que en el futuro próximo las técnicas de imagen van a crecer aún más.

El mundo del diagnóstico médico con técnicas de imagen es un reto apasionante, y sin duda ha supuesto uno de los más espectaculares avances en el campo médico a lo largo su historia. Las técnicas de imagen invaden espectacularmente los diversos escalones del saber médico, y no solo en el diagnóstico, sino en el

conocimiento de la fisiopatología, la prevención, el tratamiento, el pronóstico y la investigación de las diversas enfermedades cardíacas.

Asistimos en los últimos años a una revolución tecnológica también en los aparatos médicos. La Resonancia Magnética y la Tomografía Computerizada (TC) Multidetector, técnicas que antaño eran pruebas radiológicas que no se empleaban para el estudio del corazón, se han desarrollado en gran medida y se han convertido en técnicas fundamentales para el estudio de las cardiopatías hoy día, siendo ya técnicas rutinarias para el estudio de nuestros pacientes y habiendo desplazado en gran medida a otras pruebas clásicas como la prueba de esfuerzo (Ergometría) o el Ecocardiograma de estrés. Resulta fundamental hoy día para una persona dedicada a Imagen Cardíaca conocer las indicaciones y como realizar e informar estudios completos de Cardio-TAC y Cardio-Resonancia Magnética, cuya importancia en el futuro va a ser cada vez mayor.

Las incorporaciones de pruebas clásicamente radiológicas como el Cardio-TC y la Cardio-RM, han llevado consigo el inicio de un trabajo colaborativo entre los servicios de Cardiología y Radiología. El modelo idóneo de organización de las unidades de imagen cardíaca se basa en la participación multidisciplinaria conjunta de facultativos de diversas especialidades en la toma de decisiones de los diferentes procesos clínicos que constituyen la patología cardiovascular. La organización conjunta de unidades funcionales de imagen cardíaca formadas por especialistas en Imagen Cardíaca y radiólogos permiten trabajar en equipo, optimizando el uso de las nuevas técnicas de imagen con el fin de comprender mejor la anatomía y la fisiología cardiovasculares. Este modelo ofrece la máxima eficiencia en la resolución de problemas diagnósticos de los pacientes con enfermedades cardíacas, permite monitorizar el tratamiento, mejorar el pronóstico y contribuye, a su vez, a potenciar la investigación en ese campo.

Por otra parte, las técnicas de imagen cardíaca clásicas como el Ecocardiograma también han sufrido una revolución tecnológica, con la aparición de modernas herramientas como la Ecocardiografía tridimensional (3D) o el estudio de la deformación cardíaca. Por ello resulta fundamental que los especialistas reciban una formación lo más actualizada posible incluyendo las nuevas tecnologías aplicadas en la práctica clínica hoy día.

El avance tecnológico de la imagen cardíaca en los últimos años, junto con el incremento en la complejidad de los pacientes con enfermedad cardiovascular, ha condicionado el desarrollo de la imagen multimodal, esto es, la integración de diversas técnicas de imagen con un único fin: establecer un diagnóstico exacto de la enfermedad para poder guiar el tratamiento o predecir el pronóstico en el seguimiento.

En la actualidad, las técnicas de imagen cardíaca se agrupan en cuatro grandes grupos:

1. Ecocardiografía: incluye Ecocardiograma convencional, estudio transesofágico, estudio de la deformación miocárdica, Ecocardiografía de contraste y Ecocardiografía de estrés.
2. Tomografía axial computarizada multicorte: inicialmente destinado al estudio de las lesiones coronarias. Hoy día también aplicado al estudio anatómico previo a procedimientos de electrofisiología (previo a ablación de venas pulmonares o resincronización cardíaca) y también previo a procedimientos intervencionismo estructural como son el cierre de orejuela o la sustitución valvular aórtica percutánea (TAVI).

3. Cardioresonancia magnética: técnica especialmente destinada al análisis minucioso del miocardio y de la valvulopatías. Permite una valoración anatómica y dinámica del corazón.

4. Técnicas de fusión o híbridas (PET-TAC, SPECT-TAC, PET-RMN) que combinan las técnicas de imagen con pruebas de medicina nuclear para aportar información metabólica, de perfusión y de función celular.

Las unidades de imagen cardiaca constituyen uno de los pilares básicos en que se sustenta la investigación tanto básica como clínica. La imagen cardiovascular es una herramienta esencial para el diagnóstico precoz de la enfermedad cardiovascular y valorar su progresión. El desarrollo de la mejor ciencia básica debe combinarse con las mejores técnicas de imagen. El gran desarrollo de las técnicas de Imagen Cardíaca ha llevado de la mano un importante incremento en los estudios de investigación en Cardiología. La gran cantidad de datos aportados por las nuevas técnicas de imagen suponen una potente herramienta de investigación, lo que ha hecho que los proyectos de investigación en Cardiología se hayan incrementado exponencialmente en las últimas décadas. Estos estudios responden a muchas preguntas relevantes existentes en la práctica clínica habitual. La homogeneización en la formación de los especialistas y el establecimiento de protocolos de estudio homogéneos entre los diferentes centros, así como en la interpretación de los resultados, hacen posible el desarrollo de estudios multicéntricos y poblacionales que constituyen el principal eje para la investigación translacional, sobre todo en sus vertientes clínica y epidemiológica.

El desarrollo exponencial de técnicas de diagnóstico por imagen en Cardiología, conlleva unas mayores exigencias técnicas y de conocimiento en las personas dedicadas a la Imagen cardiaca. Las Sociedades científicas internacionales (Sociedad Europea de Cardiología, la American Heart Association y el American College of Cardiology) trabajan de forma incesante para definir los objetivos

docentes y las habilidades necesarias en las personas especialistas en Imagen Cardíaca.

La Sociedad Europea de Cardiología especifica las habilidades que debe adquirir el cardiólogo general durante su formación básica. Estas habilidades incluyen una base teórica, las habilidades y las actitudes necesarias para aplicar el conocimiento a la práctica clínica. También define los niveles de competencia en cada una de las áreas de conocimiento específico:

- ✱ El Nivel I sería un conocimiento general sobre la técnica, pero no la realización directa de los estudios.
- ✱ El Nivel II implica experiencia práctica, que implica la realización de estudios de Imagen Cardíaca, pero siempre supervisados.
- ✱ El Nivel III es la capacidad para realizar analizar e interpretar de forma autónoma e independiente una técnica.

La Sociedad Europea especifica el número de procedimientos diagnósticos que el cardiólogo experto en Imagen Cardíaca debe realizar durante su formación para adquirir los niveles de conocimiento que se consideran indispensables para la práctica clínica (Nivel III), siendo los que se enumera a continuación:

- Ecocardiografía transtorácica básica: Más de 350 estudios.
- Ecocardiografía transesofágica: Más de 50 estudios realizados.
- Ecocardiografía de estrés: Más de 50 estudios realizados.
- Cardio-CT: Más de 50 estudios realizados.
- Cardio-RMN Más de 50 estudios realizados.

Del mismo modo las principales sociedades americanas (American Heart College, American Heart Association) elaboraron un documento donde se especifican los requisitos mínimos de formación para una persona que se vaya a dedicar a la

Imagen

Cardiaca

Diagnóstica

(<http://content.onlinejacc.org/cgi/reprint/53/1/125.pdf>). Para conseguir el nivel III exigen:

✓ Ecocardiografía: Mínimo de 6 meses de formación incluyendo:

Al menos 300 casos realizados.

Al menos 750 casos interpretados.

Al menos 50 casos de Ecocardiograma Transesofágico.

Al menos 100 casos de Ecocardiograma de Estrés.

✓ Cardio-RMN: Mínimo 5 meses de formación incluyendo:

Al menos 100 casos realizados.

Al menos 300 casos interpretados.

✓ Cardio-TC: Mínimo 3 meses de formación

Al menos 100 casos realizados.

Al menos 300 casos interpretados.

Aunque el incremento significativo en el número de técnicas de imagen cardiaca de las últimas décadas ha contribuido a una mejora significativa en el manejo de la enfermedad cardiovascular, también representa un reto en la formación de los especialistas en Imagen Cardiaca. En nuestro país, al igual que en otros muchos, no existe un programa reglado específico de formación en Imagen Cardiaca. El rápido desarrollo y la incorporación de las técnicas de imagen a la práctica clínica diaria exige a los especialistas en imagen cardiaca el dominio de múltiples técnicas de imagen. Los programas docentes vigentes han quedado obsoletos y son insuficientes para que los cardiólogos adquieran el nivel III en todas las técnicas de Imagen Cardiaca Diagnóstica durante su residencia.

La dotación tecnológica es irregular en los diferentes centros hospitalarios, lo que hace que no todos los hospitales dispongan de todas las técnicas. Por otro lado, el sistema de formación actual, incluye un período fijo de solo 6 meses de formación en Imagen Cardíaca Diagnóstica (que pueden ser ampliado 6 meses más si el residente lo decide en la rotación libre), lo que se puede considerar claramente insuficiente para alcanzar el Nivel III en todas las pruebas diagnósticas de imagen disponibles en la actualidad. Generalmente todos los residentes adquieren las habilidades necesarias para tener competencia en ecocardiografía transtorácica básica. Sin embargo, pocos alcanzan las habilidades necesarias en ecocardiografía transesofágica, y menos aún en ecocardiografía de estrés, Cardio-RM o Cardio-TC. En consecuencia, sólo una minoría de los residentes en formación adquieren las todas habilidades necesarias para dedicarse a la Imagen Cardíaca Diagnóstica en su formación básica. De aquí surge la necesidad de completar la formación en Imagen Cardíaca Diagnóstica post-residencia.

El Máster que se propone está especialmente enfocado a esta carencia formativa actual en Imagen Cardíaca Diagnóstica. Este máster proporciona la formación avanzada necesaria para realizar e interpretar de forma independiente cualquier de prueba de imagen en Cardiología. Además, el estudiante adquirirá los conocimientos y habilidades necesarias para la realización de trabajos de investigación.

Este Máster sigue los criterios de formación publicados para unificar los criterios de formación en imagen médica cardíaca con el aval de la American Society of Echocardiography, the Society of Cardiovascular Computed Tomography, the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, the American Society of Nuclear Cardiology and the Society for Vascular Medicine.

Los alumnos que completen su formación con este máster podrán incorporarse de forma satisfactoria al mercado laboral, en el que existe una alta demanda de

personal cualificado en Imagen Cardíaca, y podrán desenvolverse sin dificultad en todas y cada una de las áreas de diagnóstico por Imagen en Cardiología que son objeto de estudio en este máster, y que están presentes en la práctica totalidad de los centros sanitarios en la actualidad. El personal formado en este máster podrá a su vez convertirse en un referente su centro de trabajo en cuanto a técnicas diagnósticas en Cardiología, pudiendo a su vez participar en la formación de futuros especialistas en Imagen Cardíaca.



Programa del Curso (DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS)

El Máster Imagen Cardíaca Avanzada es un máster presencial de un año de duración que dará comienzo el **1 de octubre de 2026** y finalizará el **30 de septiembre de 2027**. El máster se estructura en 4 módulos teórico-prácticos:

Módulo 1: Fundamentos de las técnicas de diagnóstico por imagen en Cardiología.

En este módulo se estudian los fundamentos básicos para la formación de la imagen y el análisis básico de las distintas técnicas de diagnóstico por imagen en Cardiología.

En cuanto a la Ecocardiografía se hará una revisión completa de la técnica, partiendo desde sus bases físicas de formación de la imagen, y avanzando hasta llegar a las técnicas más avanzadas, incluyendo el análisis de la deformación miocárdica, la Ecocardiografía con contraste y la Ecocardiografía 3D.

La lección de Cardio-TC tiene como propósito ofrecer al alumno los conocimientos necesarios sobre las bases físicas y las aplicaciones clínicas del Cardio-TC, así como proporcionarle la habilidad necesaria para el manejo de los protocolos habituales.

La lección de Cardio-Resonancia Magnética tiene como propósito ofrecer al alumno los conocimientos necesarios sobre las bases físicas y las aplicaciones clínicas de la Cardio-RMN, así como proporcionarles la habilidad necesaria para el manejo de los protocolos básicos empleados por la técnica.

Las prácticas referentes a este módulo se impartirán en el Laboratorio de Imagen Cardíaca y en el Servicio de Radiología del Hospital Clínico San Carlos de Madrid

en horario de mañana (8:00 a 15:00 horas), repartidas en rotaciones de 1-2 meses por cada una las principales técnicas de diagnóstico por imagen en Cardiología como son la Ecocardiografía transtorácica, Ecocardiograma transesofágica, Ecocardiografía de estrés, Cardio-TAC, Cardio-Resonancia Magnética, Medicina Nuclear y Cardiología Pediátrica.

Se realizarán 10 horas de tutorías durante el curso para ver la evolución del aprendizaje y evaluar posibles áreas de mejora.

Módulo 2: Ecocardiografía: aplicaciones en la práctica clínica diaria.

En este módulo se desarrollan las aplicaciones de las técnicas de diagnóstico por imagen en Cardiología en las patologías más prevalentes en Cardiología en la actualidad, como son las enfermedades del miocardio, del pericardio o las enfermedades valvulares, así como la endocarditis o el estudio de las prótesis valvulares.

También se abordarán otras áreas de reciente aparición y crecimiento como son Cardio-oncología, el Ecocardiograma en el intervencionismo estructural o el Ecocardiograma intraoperatorio.

Las prácticas referentes a este módulo se impartirán en el Laboratorio de Imagen Cardíaca del Hospital Clínico San Carlos de Madrid en horario de mañana (8:00 a 15:00 horas), donde se realizará la formación en cada una las principales técnicas de ecocardiografía como son la Ecocardiografía transtorácica, Ecocardiograma transesofágica y la Ecocardiografía de estrés. Así mismo se realizará una rotación de 2 semanas en el servicio de Cardiología Pediátrica del Hospital Clínico San Carlos para el aprendizaje de la ecocardiografía pediátrica

Al final de este módulo se incluyen además una lección sobre cómo presentar un

trabajo científico y otra sobre nociones básicas de estadística, ambas 2 indispensables para la realización del Trabajo de Fin de Master.

Módulo 3: Cardio-TAC, Cardio-Resonancia Magnética, y pruebas de Medicina Nuclear. Principales aplicaciones clínicas.

En este módulo se desarrolla ampliamente las utilidades de las nuevas técnicas diagnósticas en Cardiología como son la Cardio-RM, el Cardio-TAC, y las pruebas de Medicina Nuclear, en todas y cada una de las patologías cardiacas más prevalentes.

En este módulo también se introduce el concepto de Imagen Multimodal e Imagen híbrida que hace referencia a la combinación de las diferentes técnicas de imagen o a la integración de diferentes técnicas, que son procedimientos diagnósticos que van a tener un papel muy importante en el futuro cercano.

Las prácticas referentes a este módulo se realizarán en rotaciones de 2 meses en el servicio de Radiología del Hospital Clínico San Carlos de Madrid en horario de mañana (8:00 a 15:00 horas), siendo dedicadas en su totalidad a Cardio-TAC y Cardio-Resonancia Magnética. Además, se realizarán una rotación de 2 semanas en el servicio de Medicina Nuclear del Hospital Clínico San Carlos de Madrid

Módulo 4: Prácticas externas y trabajo de fin de Máster (TFM)

Se realizará una rotación externa de 1.5 meses en la Unidad de Radiodiagnóstico del Hospital Nuestra Señora del Rosario, dedicado al aprendizaje equipos avanzados de última generación de Cardio-TAC y Cardio-Resonancia Magnética. En esta rotación los alumnos realizaran de forma independiente la adquisición, posprocesado e informe de dichas pruebas cardiológicas bajo la supervisión del jefe de departamento de Radiología, el profesor Eliseo Vañó Galvan

En este módulo 4, además, los alumnos destinarán más de 200 horas de trabajo individual para la realización del trabajo de fin de Máster que finalmente será evaluado, como requisito para la obtención del título de Máster. Es un módulo obligatorio en el cual el alumno deberá desarrollar un trabajo original en el ámbito de la Imagen Cardíaca Diagnóstica bajo la dirección de profesores del Máster. El objetivo es completar la formación científica y tecnológica del alumno y capacitarle para elaborar y desarrollar un trabajo en el campo de la Cardiología diagnóstica mediante imagen cardíaca.

El Profesorado adscrito al Máster en “Imagen Cardíaca Avanzada” está altamente capacitado y son referentes nacionales en el diagnóstico por Imagen en Cardiología. Se trata de directores/ponentes de cursos de formación y congresos nacionales o internacionales. Los profesores de este Máster acumulan más de 300 trabajos en revistas indexadas dedicados específicamente al área de diagnóstico con Imagen Cardíaca.

Prácticas clínicas

Las prácticas referentes a cada módulo se impartirán en el Laboratorio de Imagen Cardíaca del Hospital Clínico San Carlos de Madrid en horario de mañana (8:00 a 15:00 horas), repartidas en rotaciones por cada una las principales técnicas de diagnóstico por imagen en Cardiología como son la Ecocardiografía transtorácica, Ecocardiograma transesofágica, Ecocardiografía de estrés, Cardio-TAC y Cardio-Resonancia Magnética, con las colaboraciones de los servicios de Radiodiagnóstico, Medicina Nuclear y Cardiología Pediátrica del Hospital Clínico San Carlos, así como el servicio de radiodiagnóstico del Hospital Nuestra Señora del Rosario.

Se realizarán 10 horas de tutorías durante el curso para ver la evolución del aprendizaje y evaluar posibles áreas de mejora.

Recursos materiales y servicios disponibles:

Los recursos materiales y servicios necesarios para impartir esta titulación de Máster pertenecen a la Universidad Complutense de Madrid, tanto los servicios generales a disposición de todos los/las estudiantes UCM como los específicos para esta titulación. El Departamento de Medicina posee todos los medios necesarios para impartir adecuadamente esta titulación. Sus aulas, biblioteca y demás recursos materiales estarán a disposición del programa de Máster.

La Universidad Complutense de Madrid gestiona un “Campus Virtual” que sirve de apoyo a la docencia. A través de este “Campus Virtual” se implementan herramientas de comunicación y de trabajo colaborativo que sirven además para la evaluación continua del progreso de los alumnos. La Facultad cuenta con un salón de actos para conferencias y actividades más numerosas, y con varios seminarios para una actividad docente más personalizada. Todas las materias que se proponen en este Máster tienen asegurados los espacios para impartir las clases presenciales, tanto de teoría como de prácticas o cualquier otra actividad formativa.

Un aspecto básico en este Máster es la disponibilidad de equipamiento y recursos suficientes para que el alumno pueda adquirir las habilidades prácticas necesarias para el aprendizaje del manejo de los sistemas sofisticados de diagnóstico de este master: Ecocardiografía, Cardioresonancia magnética, TAC multicorte e Imagen multimodalidad. En este sentido se cuenta con los recursos materiales *Hospital Clínico Universitario de San Carlos*, donde se realiza el aprendizaje de las diferentes técnicas diagnósticas: dispone de 16 equipos de ecocardiografía de altas prestaciones donde se implementan además los sistemas de Imagen Cardíaca avanzada: Ecocardiografía de contraste, sistemas de análisis de Ecocardiografía de

estrés, así como 9 sondas para realización de Ecocardiografía transesofágica tridimensional. Igualmente dispone de 9 equipamientos para la realización del ecocardiograma tridimensional. El área de Imagen dispone, en coordinación con el Servicio de Radiología, de 5 modernas equipamientos de Cardio-RM (incluyendo 2 máquinas de 3 teslas) y 4 modernos equipamientos de Cardio-CT, incluyendo un equipo de 256 detectores.

Financiación: el precio de la matrícula de este Máster UCM es de 4.900 euros por alumno.

Prof. José Alberto de Agustín
Director del Máster
Departamento Medicina UCM

