

DIRECTORIO

Rector General UAM
Dr. Eduardo Abel Peñalosa Castro

Rector - Unidad Iztapalapa
Dr. Rodrigo Díaz Cruz

Director de División CBI
Dr. Jesús Alberto Ochoa Tapia

Director CONACYT
Dr. Enrique Cabrero Bolaños

Director Adjunto de Desarrollo Científico
Dra. Julia Tagüeña Pargo

Directora de Redes Temáticas de Investigación
Dra. Veronica Bunge Vivier

COMISIÓN DIVISIONAL DEL CI3M

Coordinador
Dr. Joaquín Azpiroz Leehan

Dr. Roberto Olayo González

Dr. Nikola Batina

Dr. Tomás Viveros García

Dr. Emilio Sacristán Rock

COMITÉ CIENTÍFICO

Responsable
Dr. Emilio Sacristán Rock

Coordinador de la Comisión Divisional y del Comité Científico
Dr. Joaquín Azpiroz Leehan

Coordinador de la Comisión de Ética
M. en I. Fabiola Martínez Licona

Coordinador del CI3M Mexiquense
Dr. Gustavo Pacheco López

Dra. Nohra Elsy Beltrán

Administrador Técnico
M. en I. Andrés Morón Mendoza

PRESENTACIÓN

El Centro Nacional de Investigación en Imagenología e Instrumentación Médica, CI3M es un Laboratorio Nacional, albergado dentro de la UAM Iztapalapa gracias a un convenio entre esta institución y el CONACYT, que está dedicado a facilitar la investigación y el desarrollo de proyectos de innovación en el campo de la Ingeniería Biomédica.

En este proyecto se han buscado nuevos mecanismos de vinculación y apoyo a todos los involucrados en esta disciplina: pacientes, médicos, investigadores clínicos e ingenieros, instituciones de salud, empresarios, inversionistas e instancias gubernamentales. La idea central es poner a disposición toda la infraestructura de este laboratorio a cualquier investigador que lo solicite para facilitar el desarrollo de tecnología por parte de toda la comunidad interesada en la investigación y desarrollo en el campo de la Ingeniería Biomédica.

Su propósito encaja dentro de los conceptos modernos de la medicina y la ingeniería translacional, donde se busca lograr que la identificación de una necesidad individual, se lleve a la práctica no sólo en la solución individual, sino una solución global para la mejora en la calidad de vida de poblaciones de pacientes.

Para esto, deseamos crear las mejores condiciones para transferir el conocimiento generado en torno a nuevas tecnologías, desde el prototipo de laboratorio hacia las mejores prácticas médicas que se apliquen a comunidad en general.

Un principio fundamental del CI3M es la transparencia y la rendición de cuentas. Es debido a éste, que presentamos este informe de actividades: deseamos mostrar los trabajos que se han desarrollado e informar acerca de su funcionamiento dentro y fuera de la universidad. El CI3M ha enfrentado una variedad de obstáculos desde su fundación, principalmente por la falta de conocimiento acerca de su operación y funciones. A pesar de esto, el CI3M ha crecido en resultados y metas.

Esperamos que este informe ayude a difundir éstos dentro de la comunidad de investigación y desarrollo ligada a la Ingeniería Biomédica.



Antecedentes

El CI3M surgió en el año 2003 a partir de una iniciativa de profesores que veían la necesidad de desarrollar proyectos y programas de investigación centrados en la imagenología médica, entendiendo que era un campo en expansión ya que la mitad del gasto en tecnología médica de México se dedicaba a esta rama, y porque bajo las condiciones anteriores (donde se trabajaba en colaboración con hospitales donde los equipos estaban instalados) era imposible llevar a cabo investigación relevante. En este caso se propuso y se aceptó el modelo inverso: el equipo se destinaría al desarrollo de nuevos protocolos y técnicas de investigación así como la capacitación del personal necesario para operar adecuadamente esta infraestructura. Cuando no se usara para estos fines se dedicaría a la clínica como un servicio social.

La propuesta fue aprobada por la Rectoría General de La UAM y el Consejo Divisional de la Unidad Iztapalapa y de este modo se construyó el edificio actual, bajo el entendido de que los fondos para el equipamiento y la operación provendrían de fuentes externas a la UAM.

Se inició la operación con equipo usado y donado y se instaló un laboratorio de instrumentación en conjunto con empresas con las que se hicieron proyectos colaborativos como Innovamédica, entre otras. Como resultado de estos trabajos se desarrollaron proyectos como el corazón artificial mexicano, donde participaron más de 10 empresas y 10 instituciones de investigación.

Éstos y otros buenos resultados facilitaron a que el CI3M se aceptara en la primera convocatoria del CONACYT para formar Laboratorios Nacionales, en 2007. Bajo el convenio firmado, se asignaron recursos por más de 42 millones de pesos para contar con infraestructura importante a cambio de poder poner estos equipos a disposición de cualquier investigador, laboratorio o empresa que lo solicitara para desarrollar proyectos de investigación, talleres o que necesitara consultas de expertos.



NORMATIVIDAD

Para poder contar con la normatividad institucional para facilitar la gestión de los recursos propios generados por el CI3M se trabajó al interior de la UAM para lograr en el 2011 la aprobación de los lineamientos operativos del CI3M por parte del Consejo Divisional de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería y la creación del Programa Universitario de Imagenología e Instrumentación Médica, gracias al Acuerdo 05/2012 del Rector General. A partir de esto, se inició la oferta de apoyo a la investigación y la oferta de servicios clínicos entre el fin del 2011 y el inicio del 2012; se contrató a personal especializado para cubrir la demanda de servicios clínicos y de investigación y se inició la elaboración de manuales de procedimientos para todas las actividades del CI3M. Para los proyectos de investigación pre-clínica y clínica, se puso en operación la comisión de ética aprobada por el Consejo Divisional y descrita en los lineamientos operativos.

Desde entonces, todos los proyectos de investigación in vivo que se realizan en el centro tienen un protocolo aprobado por esta misma comisión. Se cuenta con el certificado de calidad ISO9001:2008 y se está trabajando en el 20015; la acreditación de Buenas prácticas de laboratorio por EMA y los permisos de COFEPRIS para la operación de la imagenología en nuestras instalaciones así como la operación de la nueva clínica de investigación en hemodiálisis, situada al sur de la ciudad.

MISIÓN Y VISIÓN DEL CI3M

Misión:

Promover la creación, adopción, transferencia e implementación de nuevas tecnologías médicas de alto impacto social y económico mediante la investigación, la capacitación, la aplicación clínica y la vinculación con centros de investigación, centros de atención, empresas productivas, gobierno y fuentes de capital.

Visión:

Ser un líder nacional y de referencia en el campo de la innovación tecnológica aplicada a la medicina, con reconocimiento internacional, mediante la generación de patentes, artículos científicos de alto impacto, creación de recursos humanos altamente especializados, promoviendo la creación de nuevas empresas, y con ejemplos de implementación exitosa de nuevas tecnologías a nivel productivo y en uso clínico para el bien de la humanidad.

SERVICIOS



Servicios de apoyo a la investigación:

El CI3M ofrece servicios de apoyo a investigadores dentro y fuera de la UAM que requieran usar la infraestructura especializada del Laboratorio Nacional para llevar a cabo sus investigaciones. Estos servicios pueden ser: El uso de la infraestructura y las instalaciones; apoyo técnico y de asuntos regulatorios, diseño experimental, realización de experimentos, análisis de datos, preparación de reportes y/o publicaciones de investigación. Fondeo e incubación de empresas de base tecnológica



Servicios Clínicos

El CI3M cuenta con diversos equipos de imagenología para realizar estudios de diagnóstico clínico a pacientes de la comunidad en general, principalmente imagenología 3T. Se cuenta también con un sistema TMS. La unidad Lerma pondrá en servicio estudios de ultrasonido y de EEG-ECG. Y se piensa instalar un SPECT-CT

Se cuenta con una clínica de investigación en hemodiálisis/hemodiafiltración que da servicio al público en general



Servicios de educación continua, capacitación

Se ofrecen regularmente cursos de Imagenología por Resonancia Magnética para técnicos e investigadores. Se iniciará un curso de innovación y emprendimiento y se llevan a cabo capacitaciones para médicos y enfermeras para

hemodiálisis y hemodiafiltración. Se pueden impartir otros cursos como de cirugía experimental a solicitud de usuarios.

ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA

El CI3M se basa en un convenio de colaboración entre la UAM y el CONACYT, así que debe rendir cuentas a ambas instituciones. Al Interior de la UAM el Acuerdo 05/1012 del Rector General crea el programa Universitario en Imagenología e Instrumentación Médica y su desarrollo y funcionamiento lo aloja dentro de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería. Su Consejo Divisional ha emitido unos lineamientos operativos y a partir de éstos, se crea una Comisión Divisional del CI3M para vigilar la operación del centro, sus finanzas, y la congruencia de sus trabajos con los objetivos académicos de la institución. Adicionalmente se crea un Comité de Ética, y se nombran a un Responsable, un Comité Científico y un Administrador Técnico.

El Responsable del CI3M supervisa la aplicación de las políticas operativas, la administración y finanzas e informa de los avances y resultados al CONACYT.

El Comité Científico aprueba los proyectos a realizarse y decide sobre las actividades de mantenimiento, la adquisición y actualización de equipo y la asignación de recursos humanos y materiales para cada proyecto.

El Comité de Ética determina si se cumplen las condiciones necesarias para experimentación animal y en humanos. Sus miembros son nombrados por el mismo consejo y revisan todos los protocolos de investigación in vivo del CI3M.

Finalmente, el CI3M cuenta con un Administrador Técnico aprobado por la Comisión Divisional quien es responsable de la operación diaria, la atención a usuarios y de las actividades de mantenimiento y abastecimiento, de acuerdo a las decisiones aprobadas por el Comité Científico.

Como la UAM no proporciona plazas, ha sido necesario buscar opciones para poder integrar y contratar al equipo de trabajo del laboratorio y poder realizar las funciones esenciales del mismo. Originalmente se creó una asociación civil sin fines de lucro denominada **Centro Nacional de Imagenología e Instrumentación Médica, A.C.**, Sin embargo, en 2016 a solicitud de la rectoría de unidad de seguir nuevos procesos administrativos de la UAM, se ha tenido que contratar a empresas a través de concursos para ofrecer servicios a terceros, contratar personal especializado y cubrir los gastos de operación para mantener independencia laboral entre el personal de la UAM y la del CI3M. Esta situación ha generado problemas operativos y financieros que se mencionarán mas adelante.

PROFESORES INVESTIGADORES

- Emilio Sacristán Rock
- Miguel Cadena Méndez
- Fabiola Martínez Licona
- Joaquín Azpiroz Leehan
- Gustavo Pacheco López

Personal asociado

El CI3M opera bajo la dirección del Responsable y del Comité Científico, donde son todos profesores de tiempo completo de la UAM. Sin embargo, estas personas no podrían llevar a cabo todas las acciones derivadas de los compromisos de éste Laboratorio Nacional. Para realizar todas las actividades y poder ofrecer un servicio de calidad a todos los usuarios, se ha conjuntado un equipo de trabajo completo que incluye a grupos dedicados a nuevos proyectos, certificación y normatividad; grupos de gestión y soporte de personal; limpieza y administración de la tecnología además del grupo de especialistas técnicos en instrumentación, imagenología, diseño industrial e ingeniería mecánica.

2016-2017

Personal especializado

MORON MENDOZA ANDRES	ADMINISTRADOR TÉCNICO Y DE OPERACIONES
RAMIREZ CHAVES ELIZABETH	ASISTENTE DE DIRECCIÓN
OSORIO GEORGE RENNE JAZMINNE	AUXILIAR ADMINISTRATIVO Y CONTABLE
GERARDO DANIEL ROSAS ANDREU	ASISTENTE DE INVESTIGADOR
ALFREDO RAMÍREZ GONZÁLEZ	AYUDANTE GENERAL
AYALA HERNANDEZ MARYLIN	COORDINADORA DE RECURSOS HUMANOS
MARIA BIBIANA SUAREZ MEDINA	ESPECIALISTA DE DESARROLLO DE NUEVOS NEGOCIOS
MARIA DE MONTSERRAT GODINEZ GARCIA	ESPECIALISTA EN ASUNTOS REGULATORIOS
MIROSLAVA CAROLINA RODRIGUEZ BERMUDEZ	DISEÑO INDUSTRIAL
ZACARIAS SOLIS GABRIELA	GERENTE DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS
MENDIZABAL OMAR	INGENIERO MECÁNICO
MORALES GUADARRAMA JUAN CARLOS AXAYACATL	INVESTIGADOR Y LIDER DE PROYECTOS
YAACOB JESHUA VILLAVICENCIO FLORES	TECNICO RADIOLOGO
BLANCA GIOVANNA DELGADO SÁNCHEZ	TECNICO RADIOLOGO
LUIS MIGUEL SÁNCHEZ CARMONA	TECNICO RADIOLOGO

KARINA ALIN QUINTERO TAPIA **LIDER DE PROYECTOS**
MARTIN RAMÍREZ MEZA **RESPONSABLE DE IMAGENOLOGÍA**
ISRAEL BOGAR PATIÑO ROA **INGENIERO MECÁNCO**
RAFAEL GERMÁN LARA ESTRADA **JEFE DE INFRAESTRUCTURA**
HILDA RAMÍREZ HERNÁNDEZ **LIMPIEZA ESPECIALIZADA**
SEBASTIANA MAGAÑA CEDEÑO **LIMPIEZA ESPECIALIZADA**
RAÚL TORIZ **FONDOS FILANTRÓPICOS**
OSCAR RODRIGUEZ **SERVICIO SOCIAL MARKETING**
DANIEL REBOLLO **SERVICIO SOCIAL MARKETING**

En la segunda mitad del año de 2017 y para el año de 2018, se tuvieron cambios sustanciales en el número de empleados contratados por diversos motivos, desde la contratación de servicios externos, el cambio de adscripción a la clínica de hemodiálisis, la reducción de las necesidades de trabajo y las renuncias por cambio de trabajos y por motivos personales. En la actualidad los empleados bajaron de 24 a 13. Esta nueva conformación y los datos de la clínica de investigación en hemodiálisis se reportarán el siguiente año.

Centro Nacional de Investigación en Imagenología e Instrumentación Médica, CI3M

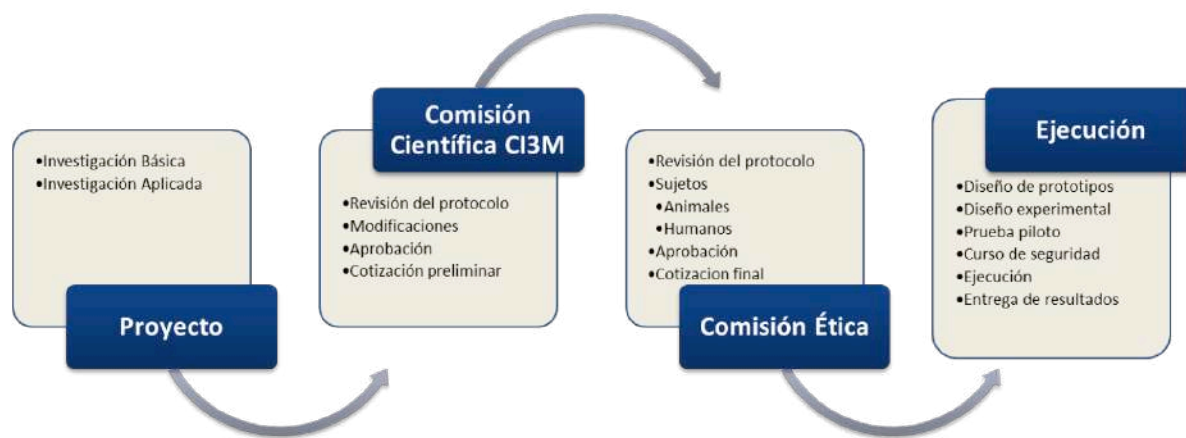
Informe 2016-2017

ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN / Apoyo a la investigación

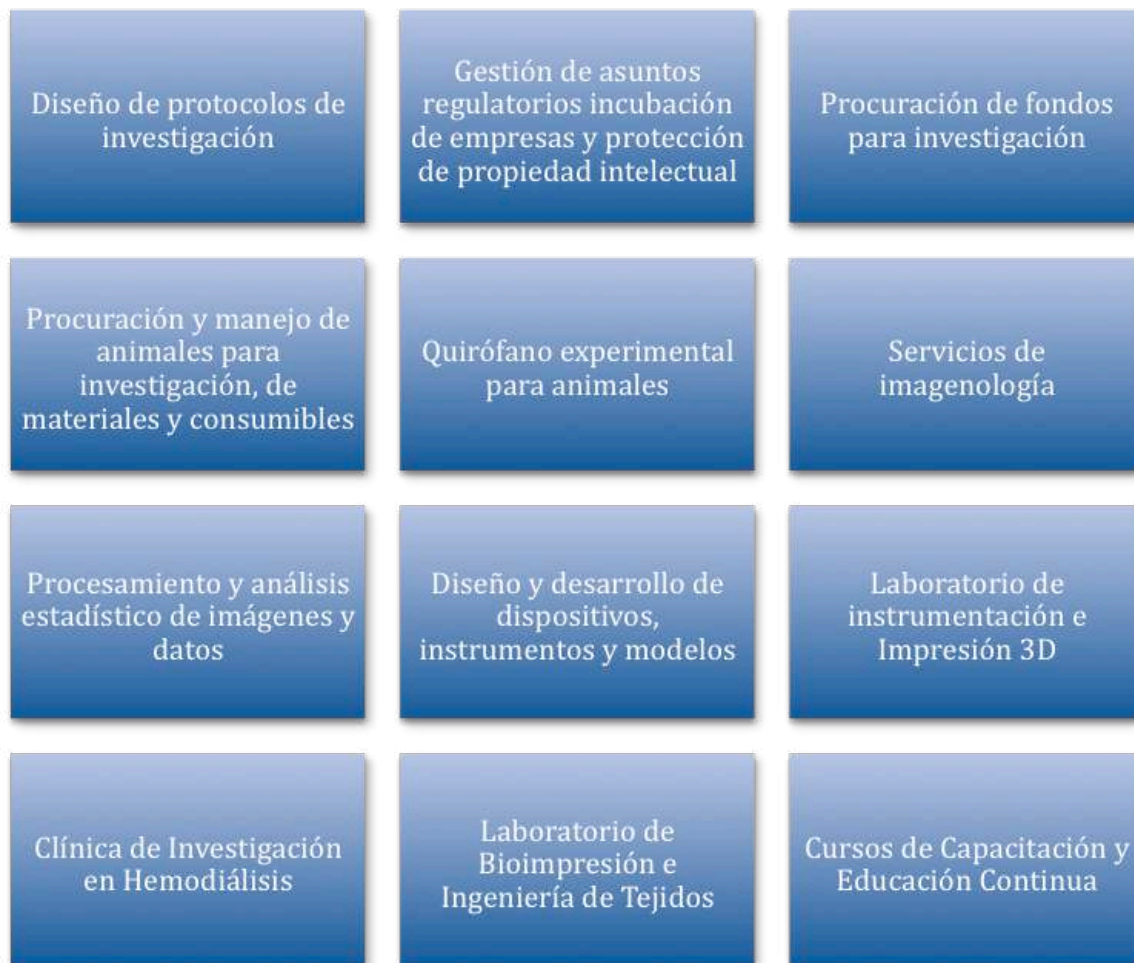
El CI3M ofrece servicios de apoyo a la investigación dirigidos a investigadores dentro y fuera de la UAM que requieran de la infraestructura especializada del centro para la realización de sus investigaciones. Como parte de estos servicios se pone a disposición de los usuarios las instalaciones y se brinda apoyo técnico y se provee de todos los materiales, insumos, instrumentos y en su caso, animales de experimentación que se requieran. Dentro de este esquema, se puede firmar un convenio de confidencialidad para asegurar la protección de la propiedad intelectual de los usuarios. Adicionalmente, en los casos dónde los usuarios así lo soliciten, se ofrece la participación de personal de la UAM para el diseño experimental, la ejecución de los experimentos, el análisis de datos, y la preparación de reportes finales y/o publicaciones de investigación.

En este último caso, cuando personal de la UAM participa en la investigación, se firma un convenio garantizando los derechos morales de la UAM de aparecer como coautores, de publicar los resultados y de derechos de propiedad intelectual que se generen como producto de la investigación. También se ofrecen servicios de asesoría técnica a centros de salud y empresas que lo requieran para desarrollar o mejorar sus productos y servicios.

En todos los casos, cada proyecto debe ser aprobado por el comité científico del CI3M, previo al inicio de las actividades, y todos los usuarios deben haber recibido el curso de seguridad y operación que se ofrece cada 2 a 4 semanas.



En el caso de proyectos de investigación o capacitación que requieran de sujetos vivos (animales o humanos) los proyectos también deben de contar con la aprobación del comité de ética. Para cada proyecto, se cobran cuotas de recuperación para el uso de la instalaciones, al igual que el costo de los materiales e insumos necesarios, a menos que la Comisión Científica apruebe ofrecer los servicios gratis, como es el caso de proyectos de alumnos y apoyo a cursos de la UAM, estudios piloto y otros proyectos de interés para el CI3M que permitan capacitar al personal, ampliar las capacidades del mismo centro, y/o darle proyección al CI3M.



Capacidades e infraestructura del CI3M

Proyectos 2016

Investigación		
MRI-DT	aplicación de hipertermia por IRM 7T	
Instituto nacional de neurología/CI3M/Nervive	Tratamiento con estimulación no invasiva del nervio facial en sujetos con vaso espasmo de la arteria cerebral	
Instituto Nacional de la Nutrición	Medición de grasa pancreática por espectroscopia; evaluación de grasa visceral/subcutánea por IRM	
Instituto Nacional de Ciencias Genómicas	Estudios anatómicos en ratas tratadas con cafeína en IRM 7T	
Proyectos FOSIS IMSS	Estudios anatómicos IRM 7T de cerebros de ratas alimentadas a base de una dieta de betacarotenos	
Fondo de Investigación en Salud	Estudios anatómicos en ratas en IRM 7T	
SolexVintel	Desarrollo de un glucómetro	Proyecto PEI
SolexVintel	Estudio instrumental para glucómetro	Proyecto PEI
UAM-Lerma	Implementación de áreas clínicas	
Bioinvert	Diseño y construcción de una máquina de anestesia veterinaria	
UAM/CI3M	Estudio del efecto del polipirrol dopado con yodo sintetizado por plasma en ratas con lesión crónica de médula espinal por IRM	Interno maestría Arturo Hernández concluida
CI3M	TMS repetitivo de alta frecuencia aplicada en la memoria de trabajo de sujetos privados de sueño	Interno, proyecto doctoral de Diana Martínez
CI3M/Nervive	Validación de un sistema no invasivo de estimulación magnética del nervio facial en sujetos sanos	Interno, proyecto doctoral de Andrea García
CI3M/Hospital infantil	osteodistrofia renal	
CI3M	mapeo de procesos en unidades de Hemodiálisis	Interno, varios alumnos de licenciatura
Fundación Camina	Estudios sobre la reconexión funcional de médula espinal en monos Rhesus por IRM 7T	
	Estudios de CT y reconstrucción 3D en monos Rhesus para evaluar osteoporosis y osteopenia	
UAMI-Dept. Hidrobiología	Estudio prospectivo de crecimiento de corales por IRM 7T	estudios piloto

Proyectos 2017

Investigación		
Instituto Nacional de Salud Pública	Medición de grasa hepática, pancreática y relación de grasa abdominal/subcutánea	
CINVESTAV	Estudios anatómicos en ratas por IRM 7T ???	
UNAM Fac. Ingeniería (1)	Evaluación psiconeuroinmunológica y su correlación con estudios de neuroimagen en pacientes con demencia tipo Alzheimer	
Salud	Estudios anatómicos en ratas por IRM 7T ???	
Viretec/CI3M	Diseño y desarrollo instrumental para el control de la hemorragia obstétrica mediante la compresión de las arterias uterinas por vía vaginal	
Escuela Nacional de Música-UNAM	fMRI para evaluar respuestas a distintos ritmos en sujetos con formación musical	
Instituto Nacional de la Nutrición	Medición de grasa pancreática por espectroscopia; evaluación de grasa visceral/subcutánea por IRM	
Dr. Franco	Gestoría en administración de estudios de imagenología??	
UNAM Fac. Ingeniería (2)	Evaluación psiconeuroinmunológica y su correlación con estudios de neuroimagen en pacientes con demencia tipo Alzheimer	
Nervive/Medingenium/CI3M	Respuestas neurológicas a tratamiento de TPA y estimulación magnética del ganglio geniculado en un modelo de infarto cerebral de conejos	Proyecto de maestría de Martín Ramírez
UAM/CI3M	Estudio del efecto del polipirrol dopado con yodo sintetizado por plasma en ratas con lesión crónica de médula espinal por IRM	Interno maestría Arturo Hernández concluida
INAH/CI3M	Uso de un micro CT y procesamiento de imágenes en procesos de conservación de bienes de patrimonio cultural	Interno, proyecto de maestría de Martín 2018
UAM-C/CI3M	Evaluación de biomarcadores de daño titular en modelos de isquemia prolongada	Interno, Dra Nohra Beltrán, UAM-C
Instituto nacional de neurología/CI3M/Nervive	Tratamiento con estimulación no invasiva del nervio facial en sujetos con vaso espasmo de la arteria cerebral	
CI3M	TMS repetitivo de alta frecuencia aplicada en la memoria de trabajo de sujetos privados de sueño	Interno, proyecto doctoral de Diana Martínez
CI3M	Evaluación de respuestas BOLD en sujetos bilingües	Proyecto interno, alumnos licenciatura
Instituto de Fisiología Celular-UNAM	Evaluación de volumen cerebral, volumen de infarto y marcadores de fracción de anisotropía en ratas con isquemia cerebral empleando IRM 7T	
Instituto Nacional de Medicina Genómica	Cuantificación de volúmenes de hipocampo e hipotálamo en un modelo de ratas obesas empleando IRM 7T	

Proyectos de largo aliento

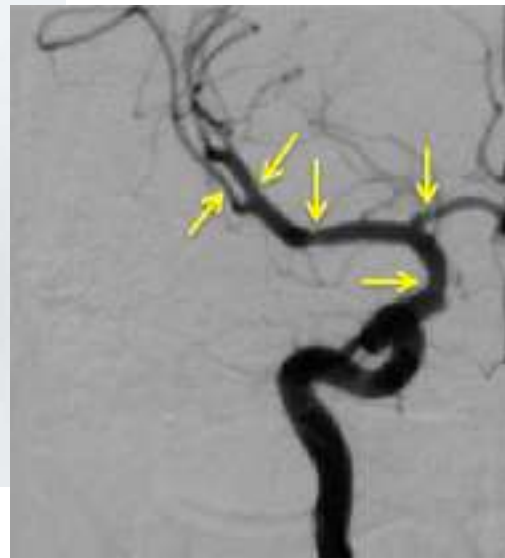
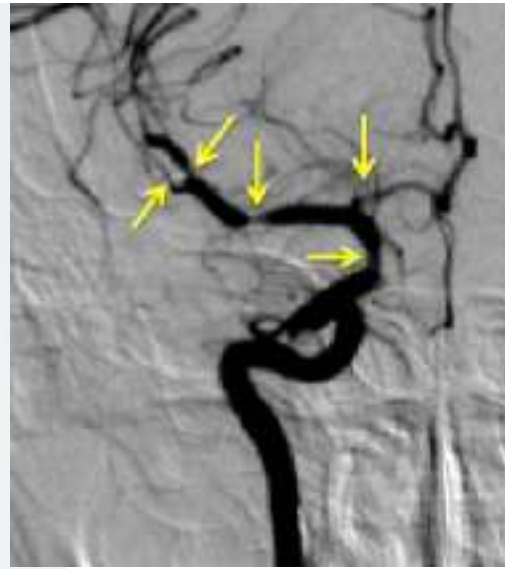
Estimulación eléctrica del nervio facial para el tratamiento del infarto cerebral

Los accidentes cerebrovasculares (ACV) son la causa más común de parálisis y la tercera causa de muerte más común. El tratamiento de emergencia para un accidente cerebrovascular isquémico se centra en la restauración del flujo sanguíneo cerebral (FSC) que está bloqueado por la oclusión de una arteria cerebral que generalmente es provocada por coágulos. Estos tratamientos tienen como objetivo disolver los coágulos mediante fármacos o removerlos mediante intervenciones endovasculares (intravasculares). Sin embargo, ambas terapias tienen un impacto en únicamente un 5% de los pacientes. Existe una ventana en el tiempo después del ACV, después de la cual el pronóstico para la recuperación neurológica se vuelve muy pobre. Es necesario actuar en un lapso menor a tres horas para tener una buena probabilidad de recuperación, pero tiempo antes de iniciar las intervenciones es de sólo una hora, de tal manera que si se puede extender este plazo de alguna manera el impacto en el pronóstico para la rehabilitación del paciente se incrementa notablemente.

El CI3M en colaboración con Nervive LLC, de Akron, Ohio, está desarrollando un dispositivo para tratar ACV basado en estimulación electromagnética del nervio facial. La estimulación del nervio facial incrementa el FSC. Esta es una propiedad del nervio facial que es bien conocida pero hasta ahora no utilizada clínicamente. Estudios preclínicos han mostrado un efecto vasodilatador de la estimulación magnética. En base a los estudios completados en perros, cerdos y ovejas, se demuestra que la estimulación electromagnética del nervio facial mejora el FSC en un modelo de ACV. Se han diseñado y construido las antenas específicas para la estimulación magnética del nervio facial en humanos y se han desarrollado estudios iniciales en humanos voluntarios donde se confirma el mismo efecto. Adicionalmente, se ha llevado a cabo un protocolo en el Instituto Nacional de Neurología para evaluar esta terapia para el vasoespasmo y se ha mostrado que es efectiva.

El modelo preclínico de ACV que se empleó en los experimentos propuestos de ACV se diseñó deliberadamente para asemejar la condición humana. Se emplearon coágulos de sangre autóloga para ocluir la arteria cerebral que está más comúnmente involucrada en ACV isquémico en el hombre, la arteria cerebral media.

En la actualidad la terapia para vasoespasmo cuenta con la aprobación de la FDA para uso humanitario y un financiamiento de los institutos nacionales de salud de EUS (NIH) por más de 3.2M de dólares para desarrollar un prototipo beta, una base de manufactura y el inicio de estudios clínicos en la Cleveland Clinic en el mismo estado de Ohio.



Modelo de prototipo Beta, resultados pre y postestimulación para vasoespasmos

El CI3M ha colaborado con el proyecto, desarrollando:

- Prueba de concepto con modelos animales y sistema de estimulación magnética transcraneal, estudios de IRM de perfusión cerebral.
- Modelos animales de infarto cerebral y tratamiento en perros, cerdos y conejos.
- Modelo de terapia combinada ENF más TPA en modelo de conejos.
- Diseño y desarrollo de antenas específicas para ENF
- Desarrollo de un modelo de posicionador de antenas
- Desarrollo de pruebas de ENF en humanos voluntarios
- Evaluación de la terapia de eENF en vasoespasmos, en conjunto con el Instituto Nacional de Neurología

Clínica de Investigación en Hemodiálisis

La insuficiencia renal (IR) es un problema de salud pública a nivel mundial, ya que cerca del 10% de la población la padece. En México 8.3 millones de personas sufren de IR y de éstas solo 55 mil reciben tratamientos de diálisis aunque se requiere atender a unos 110 mil pacientes más y la calidad de atención es deficiente: Se reportan tasas de letalidad de entre un 15% y 25%. Otros problemas son los costos, el número reducido de nefrólogos especialistas en hemodiálisis y enfermeras especializadas.

Las técnicas de reemplazo de la función renal empleadas por el sector salud han sido la diálisis peritoneal y la HD, pero tienen problemas de complicaciones, eventos adversos y tasas de mortalidad inaceptables, además de que existen costos ocultos en gastos de medicamentos y tratamientos para eventos adversos y urgencias.

Desde hace varios años se han publicado los beneficios proporcionados por técnicas más nuevas como la hemodiálisis de alto flujo o la HDF, donde se aumenta el flujo y en el segundo caso, se inyecta directamente el líquido dializante al torrente sanguíneo para mejorar la depuración de varios solutos. Los resultados de éstas son tan satisfactorios que en algunos países se propone que debería ser la terapia estándar de tratamiento.

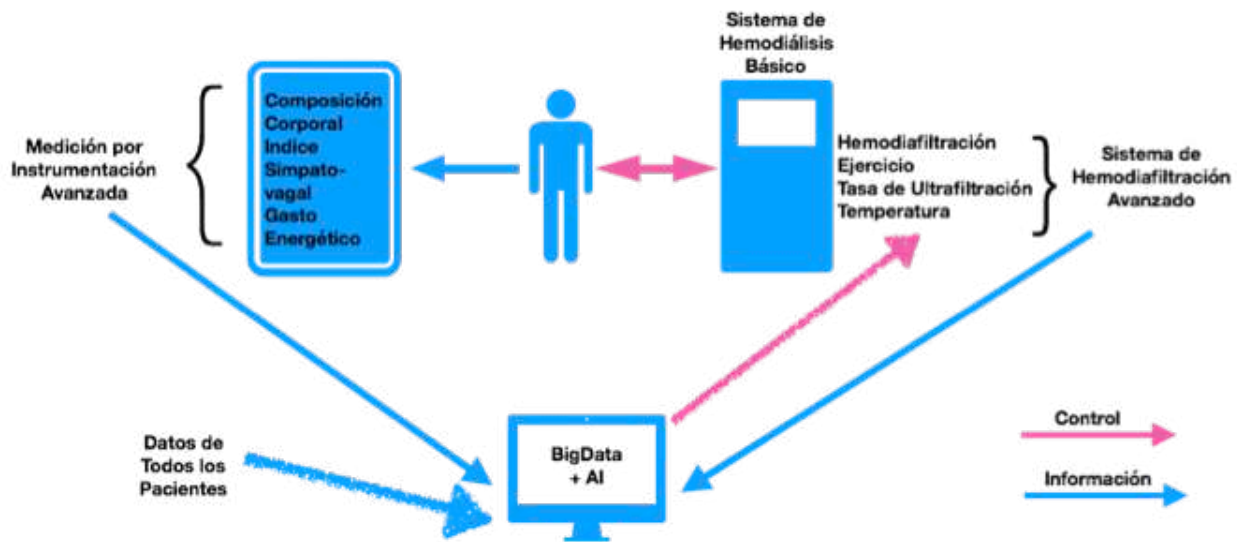
La solución que se propone es el refinamiento de estas nuevas técnicas que no solo disminuya las tasas de letalidad, sino que también disminuya los costos de operación y que sea sencillo de reproducir. Se desea medir la estabilidad hemodinámica intradialítica del paciente que está altamente relacionada con la generación de eventos adversos, como la hipotensión que lleva al deceso de los pacientes. Se requiere un control con múltiples factores adaptables a las necesidades específicas de cada paciente para preservar su homeostasis. Nuestra propuesta incluye avances en estas técnicas, basados en investigaciones ya publicadas que involucran ajustes a los procedimientos como: ejercicio intradialítico, con tasa de ultrafiltración variable; control de temperatura del líquido dializante (isotermia, o termoneutra) y apoyo nutricional. Las ventajas se basan en incluir y combinar nuevos factores para preservar homeostasis de los pacientes a largo plazo, los cuales generan un sistema donde es necesario considerar la influencia de unos sobre otros y si distintos niveles de estos factores también afectan a la calidad del tratamiento. Adicionalmente es necesario contar con un sistema de registro y control de todas las variables empleadas en el proceso de HDF, junto con el de variables fisiológicas que muestran el estado de salud del paciente antes, durante y después de la terapia. El impacto en la toma de decisiones se mide mediante la composición corporal hídrica, el Índice simpato-vagal y el gasto energético intradialítico.

Al hacer esto para cada sesión y con todos los pacientes se contará con un registro de los factores y los resultados de todos los pacientes que podrán alimentar a un sistema de aprendizaje automatizado basado en inteligencia artificial que llevará a cabo un análisis del historial clínico del paciente y de pacientes en condiciones similares para personalizar el tratamiento. Es este sistema cual le dará valor agregado a la clínica y es una de las ventajas competitivas importantes, pues se prevé que se logre un aumento en calidad de vida de los pacientes tal que este tratamiento sea similar a la calidad de

vida lograda por un trasplante renal, manteniendo precios competitivos en el tratamiento de hemodiálisis y eliminando la necesidad del uso de fármacos, vitaminas y dietas especiales, además de las visitas de urgencia y los eventos adversos tan frecuentes.

Esta clínica ha iniciado operaciones y después de 3 meses se han realizado más de 210 sesiones de HD o HDF y en todas estas se ha registrado la variabilidad de la frecuencia cardiaca transdialítica. Se espera tener un análisis de estos resultados , la publicación de los mismos y la graduación de un estudiante de posgrado próximamente.

Esquema de monitoreo, control y análisis por Inteligencia artificial del proceso de HDF avanzado



Laboratorio de Bioimpresión e ingeniería de Tejidos

Esta es una nueva instalación que ocupará el lugar donde se alojaba un tomógrafo computarizado. Éste último se empleó poco por tenerse la modalidad de IRM 3T para humanos y un micro CT para especies pequeñas que complementa el IRM 7T.

En la actualidad se llevan a cabo trabajos de análisis de sustratos poliméricos para tratamiento de daño traumático y sección de la médula espinal dentro de nuestras instalaciones, mientras que varios trabajos de ingeniería de tejidos se llevan a cabo en el laboratorio de biofísica del área de ingeniería biomédica, mientras que la investigación de biomateriales se desarrolla en el área de polímeros. Este laboratorio cuenta con una bioimpresora de tejidos 3D y se está proyectando la adecuación de un espacio para adecuar una sección de cultivo de tejidos. Permitirá complementar las investigaciones de personal de la UAM-Cuajimalpa, los grupos antes mencionados y estará disponible para que interesados de la industria puedan hacer uso del laboratorio. Se piensa tenerlo en operación en el transcurso del 2018.



Servicios Clínicos

El CI3M está orientado a soportar y fortalecer la investigación. Sin embargo, se cuenta con equipos de uso dual, que no siempre están ocupados para esos fines. Durante los tiempos en los que los equipos están sin utilizar, estos equipos se pueden dedicar a proporcionar servicios clínicos, que por su ubicación tienen un importante impacto social. Se ofrecen servicios de imagenología a la población abierta a costos moderados y esto también ayuda a que el CI3M recupere algunos de sus gastos de operación ya que su operación debe ser autosustentable. A partir del año del 2018 se comenzarán a ofrecer servicios de Hemodiálisis/hemodiafiltración en la Clínica de Investigación de HD instalada en el sur de la ciudad.

En el 2016-2017, los servicios ofrecidos incluyeron todo tipo de estudios de resonancia magnética de cráneo, columna, tórax, cadera, abdomen, angiografía, articulaciones de extremidades con o sin contraste, además de estudios de mastografía por IRM. Las modalidades de ultrasonido se ofrecerán próximamente. Para la realización de estos se continúa trabajando con un grupo de médicos radiólogos que supervisan la realización de los estudios y elaboran las interpretaciones clínicas. El personal técnico del CI3M recibe y atiende a los pacientes y realiza los estudios. Se cuenta también con veterinarios y anesthesiólogos que atiendan los casos que lo requieran. Además de recibir a pacientes individualmente, se tienen acuerdos con varias clínicas, hospitales y clínicas veterinarias que nos envían pacientes en forma regular.

Servicios clínicos

Actividades de Docencia, Capacitación y Divulgación

Parte importante de la misión del CI3M es la formación de recursos humanos altamente calificados. Como primera prioridad, la infraestructura del CI3M se pone a disposición de alumnos de la UAM, pero está disponible para su uso por cualquier universidad o instituto que lo solicite; así se han impartido clases, prácticas y visitas a alumnos de la Universidad Iberoamericana, el Instituto Tecnológico de Monterrey, El Instituto Politécnico Nacional y otras instituciones más. Se imparte un diplomado en resonancia magnética para técnicos e investigadores una vez al año y se reciben visitantes diversos que hacen estancias de capacitación en diversas áreas. Específicamente se han impartido cursos de la licenciatura y posgrado en Ingeniería biomédica en:

- Introducción a la IB (3 veces al año x 2 grupos x 30 alumnos por grupo)
- Imagenología Médica (1 vez al año)
- Imagenología por Resonancia Magnética (1 vez al año)
- Innovación y emprendimiento (1 vez al año)
- Cirugía Experimental (1 vez al año, material y especímenes donados por el CI3M)

Además de

- Visitas y prácticas de alumnos del ITESM y la UIA una vez al año
- Diplomado en IRM, una vez al año
- Dirección de 10 proyectos terminales
- Dirección de 5 estudios doctorales

Otras actividades de divulgación y promoción

Participación en las conferencias y congresos de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Biomédica (SOMIB)

- Conferencia magistral sobre Ingeniería translacional 2017
- Dirección del concurso InnovaHealth 2017
- Dirección del comité de educación de la SOMIB
- Escritura de blogs sobre educación

Publicación de artículos sobre educación en congresos y revistas

Asesoría en la construcción y reestructuración de los programas educativos de IB en

- Universidad Autónoma de Yucatán
- Universidad Anáhuac
- Universidad de Monterrey

Impacto Financiero

A lo largo de los 12 años de su existencia, el CI3M ha logrado convertir los 27M de pesos que la UAM ha aportado al proyecto de laboratorios nacionales en más de 150M de pesos a través de ingresos propios por estudios clínicos y de investigación que se han convertido en aportaciones concurrentes a varios proyectos de laboratorios nacionales, de infraestructura y otros, además de mantener la operación del laboratorio pagando mantenimientos del equipo, sueldos del personal, limpieza del edificio (incluyendo áreas no pertenecientes al laboratorio como la sala del Consejo Divisional y el laboratorio de nanotecnología). En la actualidad opera sin subsidios de la UAM, de manera autosustentable. Los datos para los años que se reportan son:

2016

- Programa de Laboratorios Nacionales: 25M antena de mama para IRM; 4 máquinas de hemodiálisis, una bioimpresora, mantenimiento para los equipos del CI3M
- Programa de CONACYT de Infraestructura: 5M Impresora 3D

2017

- Programa de Laboratorios Nacionales: 0
- Programa de CONACYT de Infraestructura: 5,6M micro CT UAM-Lerma

El CI3M paga toda la limpieza y mantenimiento del edificio AI, incluyendo la sala de Consejo Divisional y el Laboratorio de Nanotecnología (aproximadamente 300K al año)

El CI3M paga los gastos de los cursos de cirugía experimental, incluyendo insumos y animales

El CI3M ha absorbido el costo de más de 100,000 pesos por descuentos a personal de la UAM en los servicios clínicos.

Certificaciones y Acreditaciones

Durante este periodo se obtuvieron las siguientes acreditaciones:

- ISO 9000
- BPL buenas prácticas de laboratorio, EMA
- COFEPRIS:
 - Operación IRM
 - Operación Clínica HD
 - Unidad de Tecnovigilancia

Los resultados más notables de estas acreditaciones es la certificación de buenas prácticas de laboratorio, BPL, otorgado por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) y que garantiza los más altos estándares para la investigación en el Laboratorio Nacional. Ahora es uno de los únicos dos laboratorios certificados para estas prácticas a nivel nacional. Se cuenta con los permisos y avisos requeridos por COFEPRIS para operar la parte clínica de IRM y de hemodiálisis.

Análisis del trabajo desarrollado en 2016-2017

Los años de 2016 y 2017 fueron especialmente complicados para el CI3M. En primer lugar, se recibió una orden explícita del rector de unidad de que todo ingreso por parte del laboratorio se hiciera a través de la UAM. Esto complicó la gestión de los recursos de tal manera que se generaron pasivos importantes debidos a las limitaciones de la gestión, las dificultades en contratar al personal del CI3M y a los tiempos excesivos para adecuar y facilitar los propios recursos generados por el laboratorio. La viabilidad misma del laboratorio se ha comprometido por esta gestión.

Por otra parte en estos años hubieron problemas para obtener recursos de empresas que contrataban los servicios del laboratorio a través del programa de estímulos a la innovación (PEI) de la secretaría de economía. En los años anteriores se habían aprobado seis y ocho proyectos PEI, mientras que en 2016 se aprobaron sólo tres que al final no se pudieron realizar porque las empresas contratantes tuvieron problemas para cumplir los requisitos de la convocatoria.

En 2017 se enviaron seis propuestas y sólo una fue aceptada. Adicionalmente, por problemas de comunicación entre rectoría de unidad, la oficina del abogado general y el propio CI3M, no se pudo participar en la convocatoria 2017 de laboratorios Nacionales, perdiendo la oportunidad de obtener un mínimo de 15M de pesos para la infraestructura y mantenimiento del laboratorio, que en ocasiones anteriores, junto con el concurrente generado significaba una mejora sustancial a la infraestructura.

En el 2016 se obtuvieron 25M por parte del programa de Laboratorios Nacionales que se emplearon para adquirir una antena de mama, cuatro máquinas de hemodiálisis una bioimpresora además de que se aseguró el

mantenimiento del equipo del laboratorio por un año. Ese mismo año se obtuvieron 5M por parte del programa de infraestructura del CONACYT, que se empleó para adquirir una impresora 3D. En 2017, por las razones anteriormente expuestas, no se pudo participar en el programa de LN y del programa de Infraestructura se obtuvieron 5.5M para adquirir un microCT reconfigurable para la unidad Lerma del LN.

Se pasó de desarrollar 32 proyectos en 2014 a 24 en 2015 a alrededor de 20 cada año en el periodo de este informe.

Por otra parte, en estos dos años ha habido un desentendimiento por parte de todas las instancias de la UAM, desde el Director de División hasta el Rector General, donde no se han recibido los informes anuales, no se ha integrado a la estructura de la División de CBI, como lo es el Laboratorio de Supercómputo (el otro laboratorio nacional de la UAM), que tiene presupuesto de unos 2M anuales para operación más el reconocimiento y la compensación del puesto de coordinador del laboratorio.

Esta situación pone al CI3M en una incongruencia institucional: Bajo el argumento de que debe ser autosustentable, no le otorga ningún apoyo económico, por ejemplo para mantenimiento y para fondos concurrentes, mientras se le exigen resultados y se tiene una mala administración de los recursos porque la estructura contable de la UAM no tiene la flexibilidad necesaria para permitir la operación de un laboratorio que requiere de personal, de mantenimiento y de insumos para operar adecuadamente. Esta problemática se deberá resolver para que el laboratorio pueda operar. De otra manera se vislumbra el deterioro y obsolescencia del equipamiento junto con el incumplimiento de sus compromisos como laboratorio nacional.

Perspectivas

Para el año 2018 nos encontramos de nuevo ante un panorama de recorte presupuestal para los apoyos gubernamentales. Por ejemplo, en el Programa de Laboratorios Nacionales el monto máximo otorgado por el CONACYT bajó de 15M a 6M, después de dos recortes. El programa de infraestructura sufrió un recorte severo por lo que el CI3M sólo pudo obtener 9.35M (incluyendo fondos concurrentes) para laboratorios nacionales, esta vez compartidos entre el CI3M y 3 entidades asociadas. Igualmente en los proyectos de Programa a estímulos a la innovación, PEI, de 7 proyectos que se sometieron a consideración, sólo se obtuvo uno, de alrededor de 900K.

Sin embargo se ha tenido un repunte en el número de estudios clínicos y esto puede ayudar a pagar los gastos del personal del CI3M. Además, se prevé que se pueda construir una estructura administrativa dentro de la UAM, que facilite el manejo de recursos internos, de tal manera que los costos administrativos se reduzcan a favor de la operación del CI3M.

También para el 2018, en el caso del programa de laboratorios nacionales se tiene contemplado la ampliación del CI3M a tres instituciones asociadas:

- **La Universidad Autónoma de San Luis Potosí** tiene contemplada su participación con la puesta en operación de un laboratorio de procesamiento de imágenes y señales de alto desempeño, que complementará las labores de análisis de imágenes con las que ha colaborado con el CI3M desde hace varios años.
- **La unidad Guadalajara del Instituto Tecnológico de estudios Superiores de Monterrey** construirá una unidad de pruebas in vitro para dispositivos médicos.
- **La Asociación Mexicana de Obesidad Riñón y Nutrición** implementará un sistema de registros fisiológicos en la clínica de investigación de hemodiálisis del CI3M.

El plan de trabajo para los laboratorios nacionales incluye también financiamiento para adecuación de instalaciones y para mantenimiento del equipo del CI3M.

Consideramos que bajo estas condiciones es posible avanzar en los proyectos de largo alcance del CI3M e iniciar las operaciones de la instituciones asociadas. Los ingresos clínicos ayudarán a financiar los gastos operativos y esperamos seguir teniendo una veintena de proyectos de investigación propios y de servicios durante el resto del año.

Anexo:
Infraestructura de los laboratorios del CI3M

Imagenología

IRM 3T

Incluye instrumentación para monitoreo de signos vitales, ventiladores para humanos y para animales, magnéticamente compatibles.

- Imágenes Anatómicas
- Imágenes funcionales
- Otras técnicas como Tractografía,
- espectroscopía, DTI, etc

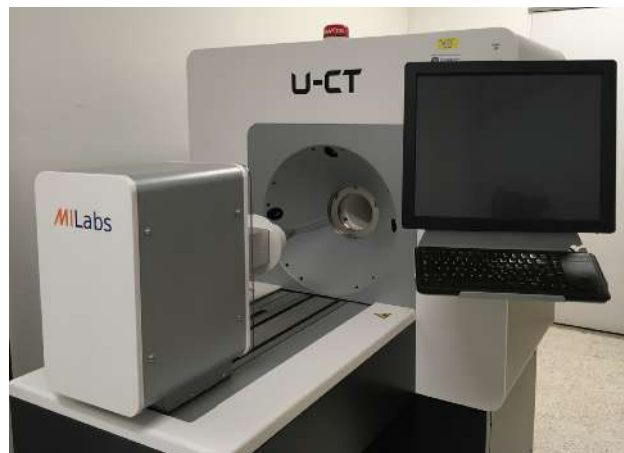


ITM 7T

- animales y muestras
- imágenes anatómicas
- Espectroscopía
- DTI

micro CT

- animales y muestras especiales
- estudios de arqueología y conservación del patrimonio cultural



Arco en C

- imágenes de rayos x
- fluoroscopia

Ultrasonido (2)

- Cardíaco 4D
- Sistema multi transductor de la Unidad Lerma



Endoscopio/microscopio confocal

Instrumentación

- Equipo de laboratorio en general
- amplificadores, fuentes, osciloscopios, analizadores de redes y otros
- Impresora 3D para 12 tipos de plásticos, incluyendo 2 biocompatibles
- Electroencefalografía (EEG) y Electrocardiografía (ECG) en la Unidad Lerma



Estimulación Magnética Transcraneal (TMS) en la clínica de hemodiálisis

Quirófano experimental

- Sistema de medición de variables fisiológicas
- sistema de medición de gases en sangre
- Equipo quirúrgico en general
- máquinas de anestesia



Clínica de Investigación en Hemodiálisis

- máquinas de hemodiálisis/hemodiafiltración Fresenius 4008S
- sistema de agua ultrapurificada
- Sistema de monitoreo electrofisiológico
- equipo para reanimación

Laboratorio de tejidos y bioimpresión (listo en 2018)

- Bioimpresora 3D Bioplotter Envision Tec
- Laboratorio de cultivo de tejidos