

MEMORIA DE LA ROTACIÓN CLÍNICA EN LA UNIDAD  
DE CIRUGÍA ONCOLÓGICA DE SARCOMAS Y  
TUMORES MUSCULOESQUELÉTICOS DEL  
MASSACHUSETTS GENERAL HOSPITAL:  
PERSPECTIVA CLÍNICA, QUIRÚRGICA Y DE  
INVESTIGACIÓN DEL MANEJO Y TRATAMIENTO DE  
SARCOMAS EN UN CENTRO DE REFERENCIA  
INTERNACIONAL



**Adrián Ibáñez Navarro**  
Residente de 5º año de Cirugía Ortopédica y Traumatología  
Hospital Asepeyo Coslada



**Santiago A. Lozano Calderón, MD, PhD**  
Orthopaedic Oncology Surgeon, Massachusetts General Hospital Associate  
Professor of Orthopaedic Surgery, Harvard Medical School Endowed Chair VII,  
Mass General Cancer Center  
Program Director, Harvard Musculoskeletal Oncology Fellowship

## **Resumen**

- Autor/a: Adrián Ibáñez Navarro, MIR V año. Hospital Asepeyo Coslada, Madrid, España.
- Centro Receptor: Massachusetts General Hospital, Boston, Massachusetts, Estados Unidos.
- Unidad: Centro de Sarcomas y Tejidos Conectivos del Massachusetts General Hospital.
- Tutor de la rotación: Dr. Santiago A. Lozano-Calderón.
- Duración de la rotación: 5 meses. Octubre 2024 – Febrero 2025.

## **Antecedentes de rotación**

El objetivo de esta memoria se basa en reflejar y plasmar mi experiencia en la Unidad de Cirugía Ortopédica Oncológica, a su vez englobada en la Unidad de Sarcomas y Tejidos Conectivos del Massachusetts General Hospital (MGH), centrada en el manejo multidisciplinar de los sarcomas óseos y de tejidos de partes blandas durante 5 meses, comenzando el pasado mes de octubre de 2024 hasta febrero de 2025, ambos inclusive. La rotación la realicé de la mano del Dr. Santiago Lozano-Calderón, quien me enseñó los aspectos médicos, quirúrgicos y de investigación de esta patología y además el aspecto humano tan importante con este tipo de pacientes.

Los sarcomas óseos y de partes blandas son un grupo heterogéneo de cánceres poco frecuentes que constituyen entre el 1% y el 2% de todos los tumores en adultos y están englobados dentro de enfermedades raras. A pesar de su baja prevalencia, estos tumores son altamente complejos debido a su amplia diversidad, existiendo más de 70 subtipos, cada uno con características únicas en cuanto a diagnóstico, pronóstico y tratamiento. Los sarcomas pueden originarse en los tejidos blandos o en los huesos y afectan predominantemente a personas jóvenes, aunque pueden presentarse a cualquier edad. En términos de epidemiología, en Estados Unidos se diagnostican alrededor de 13,000 nuevos casos de sarcomas cada año, con una incidencia aproximada de 5.2 casos por cada 100,000 personas. En Europa, la incidencia también varía, pero se estima que se diagnostican entre 10 y 12 casos por cada 100,000 habitantes. El manejo de los sarcomas es especialmente desafiante, dada la heterogeneidad de estos tumores y su localización en el sistema musculoesquelético, que puede dificultar el diagnóstico temprano y el tratamiento adecuado.

El manejo de los sarcomas requiere de un enfoque multidisciplinario que involucra cirugía, radioterapia, quimioterapia y, en algunos casos, terapias dirigidas o inmunoterapia, dependiendo del tipo y la localización del tumor. La cirugía sigue siendo el pilar fundamental en el tratamiento de los sarcomas localizados, mientras que la quimioterapia y la radioterapia se utilizan principalmente en casos de sarcomas metastásicos o de difícil acceso. Los avances en la biología molecular de los sarcomas han abierto nuevas posibilidades terapéuticas, como los tratamientos dirigidos, que buscan atacar específicamente las alteraciones genéticas que impulsan el crecimiento tumoral. No obstante, el manejo de estos tumores sigue siendo complejo, ya que, aunque los avances en el tratamiento han mejorado la supervivencia, los sarcomas continúan siendo una de las neoplasias más difíciles de tratar, especialmente cuando se detectan en etapas avanzadas o cuando presentan características biológicas agresivas.

Debido a la naturaleza rara y compleja de los sarcomas y su difícil manejo, se ha generado la necesidad de establecer redes de colaboración entre centros especializados, tanto a nivel nacional como internacional. Estas redes permiten a los profesionales compartir conocimientos y mejores prácticas, facilitando el acceso a la experiencia acumulada en el tratamiento de estos tumores. Este enfoque colaborativo ha sido clave para mejorar los protocolos de diagnóstico y tratamiento, y para avanzar en la investigación de nuevas terapias. Además, el creciente reconocimiento de la

importancia de la formación especializada ha impulsado la creación de programas de rotación y colaboración entre instituciones científicas, lo cual contribuye a elevar el nivel de competencia y experiencia entre los equipos médicos dedicados a la atención de pacientes con sarcomas.

### **Objetivos de la rotación**

Realización de una rotación externa de carácter internacional incluida en el programa de formación del Médico Interno Residente (MIR), avalado por la Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología (SECOT) y el Ministerio de Sanidad, junto con el apoyo económico de la Fundación Mari Paz Jiménez Casado, con duración de cinco meses dirigida al estudio y manejo de los sarcomas en un centro de referencia internacional como es el MGH.

### **Objetivos principales:**

- Aprendizaje del manejo multidisciplinar de los pacientes con sarcoma, abarcando su diagnóstico, tratamiento y seguimiento de desde diferentes perspectivas. Conocer las diferentes opciones terapéuticas disponibles y en investigación para los pacientes, así como aprender a ofrecer un trato cercano que favorezca su acompañamiento y fortalezca la confianza en la relación médico-paciente, un aspecto clave en el tratamiento de los pacientes con esta patología.
- Integración en el equipo de investigación, conocer los proyectos que están en marcha y colaborar con otros investigadores y clínicos para el desarrollo de alguno de ellos. Así como, el aprendizaje de las habilidades necesarias para poder realizar investigación aplicada al ámbito clínico.

### **Objetivos secundarios:**

- Manejo multidisciplinar de los diferentes subtipos histológicos de tumores del sistema musculoesquelético y la indicación de las diferentes opciones terapéuticas.
- Estudio de las diferentes habilidades técnicas quirúrgicas de resección tumoral como la cirugía conservadora de miembros y la amputación como técnicas protagonistas, así como de la cirugía reconstructiva centrada en reconstrucciones con alo u autoinjertos y megaprótesis tumorales.
- Aprender la coordinación, cooperación y trabajo en equipo entre los diferentes profesionales sanitarios involucrados en el manejo de estos pacientes.
- Aprendizaje e integración del funcionamiento de un Hospital de otro país y las relaciones entre los profesionales que forman parte de él.
- Aprender la manera óptima las habilidades necesarias para llevar a cabo la investigación aplicada a la clínica, como la elaboración de un protocolo de investigación, manejo de las bases de datos y de la confidencialidad de los pacientes del hospital, manejo de programas informáticos como EPIC o REDCAP, el análisis estadístico de los datos y la elaboración y escritura de un artículo científico.
- Integración en distintos grupos de investigación clínica y básica, y aprendizaje sobre el trabajo en equipo entre los diversos especialistas necesarios para llevar a cabo este tipo de estudios, como en el caso de los proyectos centrados en microARNs (miARN).

### **Relevancia del MGH en el tratamiento de los sarcomas óseos y de partes blandas**

El MGH fue fundado en 1811 en Boston y constituye uno de los hospitales más antiguos de los Estados Unidos, con una historia que ha dejado huella en la medicina moderna. A lo largo de los años, MGH ha sido pionero en numerosos avances médicos y científicos, consolidándose como un líder global en el tratamiento de enfermedades complejas, la innovación médica y la formación de profesionales de la salud. Actualmente, sigue siendo reconocido como uno de los hospitales más prestigiosos del mundo, siendo elegido este año como sexto mejor hospital del mundo en el ranking *“World Best Hospitals 2025”* de la revista Newsweek.

Uno de los primeros logros trascendentales de MGH ocurrió en 1846, cuando el Dr. William T.G. Morton realizó la primera demostración pública exitosa de la anestesia general con éter, un avance que transformó radicalmente la cirugía al permitir intervenciones más seguras y menos dolorosas. Este hito marcó un antes y un después en la cirugía moderna y en la medicina ya que estableció las bases de la cirugía actual. A lo largo de los años, MGH continuó avanzando con la introducción de nuevos tratamientos y tecnologías que cambiaron el panorama de la atención médica.

En el ámbito de la cirugía ortopédica, MGH ha sido un centro de referencia internacional. A lo largo de su historia, el hospital ha sido pionero en el desarrollo de técnicas quirúrgicas, en la investigación sobre enfermedades musculoesqueléticas y en el tratamiento de pacientes con lesiones y deformidades en el aparato musculoesquelético. El Servicio de Cirugía Ortopédica del MGH ha tenido un impacto significativo, desde sus primeros días en el siglo XIX, al adoptar innovaciones tecnológicas y proporcionar tratamientos que no solo mejoraron la calidad de vida de los pacientes, sino que también contribuyeron a la evolución de la ortopedia como una especialidad médica.

La Unidad de Sarcomas y Tumores Musculoesqueléticos del MGH fue establecida formalmente en la década de 1970, como parte de un esfuerzo por organizar y concentrar el tratamiento de estos tumores en una unidad especializada. Fue uno de los primeros Hospitales del mundo en establecer e introducir esta Unidad ya que, durante esta época, el hospital reconoció la necesidad de un enfoque multidisciplinario para tratar los sarcomas, que incluyen tanto los tumores óseos como los de tejidos blandos, y comenzó a formar equipos especializados en oncología, cirugía ortopédica, radiología y otros campos relacionados como la anatomía patológica. Esto desembocó en uno de los grandes hitos de esta Unidad con la creación de un enfoque más sistemático e integrado para el diagnóstico y tratamiento de los sarcomas en los años 80, cuando se introdujo un equipo multidisciplinario especializado que involucraba a oncólogos, cirujanos ortopédicos, radiólogos, patólogos y terapeutas, lo que permitió abordar cada caso desde múltiples perspectivas. Esta especialización permitió una mejora en el diagnóstico junto a una atención más avanzada y personalizada para estos pacientes. La creación de este equipo multidisciplinar revolucionó el campo de la oncología durante los siguientes años, estableciendo una tendencia, que posteriormente se extendería por el resto de los hospitales del mundo para mejorar la atención de los pacientes con sarcoma. Además, ha evolucionado con el tiempo, integrando los avances en oncología, cirugía reconstructiva y radioterapia. Este enfoque ha sido clave para lograr avances significativos en el tratamiento y la investigación de estos tumores, que son extremadamente difíciles de manejar debido a su naturaleza rara y su capacidad para diseminarse a otras partes del cuerpo.

Uno de los grandes avances en el ámbito de la cirugía fue la introducción de la cirugía conservadora del miembro, lo que permitió aumentar la supervivencia y la calidad de vida de los pacientes con afecciones musculoesqueléticas. A nivel oncológico, la cirugía conservadora de extremidades fue un avance fundamental para el MGH, permitiendo a los pacientes conservar la función de sus miembros sin comprometer la efectividad del tratamiento oncológico. A lo largo de las décadas de 1980 y 1990, los cirujanos de MGH perfeccionaron esta técnica, que implica la extirpación del tumor y la reconstrucción avanzada, utilizando prótesis o injertos óseos. Este enfoque consiguió transformar el tratamiento de los sarcomas óseos, ofreciendo a las pacientes opciones menos invasivas y mejorando significativamente su calidad de vida. Estos resultados se vieron plasmados en el futuro, cuando en 1994, la unidad de sarcomas del MGH, en colaboración con otros centros de investigación, presentó un enfoque innovador para tratar el sarcoma de Ewing y el osteosarcoma mediante la combinación de cirugía conservadora de extremidades con quimioterapia adyuvante. Este estudio fue crucial para cambiar el enfoque del tratamiento de estos tumores agresivos, reduciendo la necesidad de amputaciones y mejorando las tasas de supervivencia. Los resultados de este estudio se convirtieron en una referencia mundial para la cirugía oncológica en sarcomas.

En las últimas décadas, esta Unidad ha sido testigo de avances significativos tanto en el ámbito terapéutico como en el diagnóstico. El hospital ha adoptado enfoques innovadores, como la medicina personalizada, que utiliza pruebas genéticas y moleculares para determinar los tratamientos más eficaces según las características individuales de los tumores. Esta estrategia ha revolucionado el manejo de los sarcomas, permitiendo a los médicos ofrecer opciones de tratamiento no solo más eficaces, sino también menos invasivas, mejorando la calidad de vida de los pacientes.

Uno de los estudios más relevantes en cirugía oncológica se realizó en 2010, cuando se publicó un estudio clave sobre el uso de marcadores genéticos para predecir la recurrencia de los sarcomas. Este avance permitió a los cirujanos realizar resecciones más precisas y personalizar los tratamientos postquirúrgicos, mejorando los resultados y reduciendo las tasas de recurrencia local. En 2015, otro estudio fundamental liderado por el equipo de Cirugía Ortopédica Oncológica exploró nuevas técnicas de reconstrucción ósea con injertos biológicos y biomateriales avanzados, lo que facilitó una recuperación más rápida y una mejor integración funcional de las extremidades afectadas. Este estudio también allanó el camino para el uso de impresión 3D y prótesis personalizadas, herramientas que mejoraron la precisión de las intervenciones y la calidad de vida postquirúrgica.

Además, MGH ha sido un centro clave en la investigación médica, no solo en atención clínica, sino también en la conducción de estudios clínicos innovadores que han transformado tanto la ciencia médica como el tratamiento de los pacientes. En la década de 2010, el hospital comenzó un ensayo clínico de fase II para evaluar la eficacia de nuevas inmunoterapias en pacientes con sarcoma de partes blandas metastásico. Los resultados prometedores de este ensayo ofrecieron nuevas opciones terapéuticas para pacientes que no responden a los tratamientos convencionales, como la quimioterapia. Igualmente, en 2012, MGH desarrolló una nueva técnica de resonancia magnética que mejoró la visualización de tumores musculoesqueléticos y facilitó la planificación quirúrgica, permitiendo a los cirujanos realizar resecciones más precisas y menos invasivas.

La colaboración entre MGH y Harvard Medical School (HMS) ha sido crucial en la comprensión genética de los sarcomas, lo que ha permitido avances fundamentales en el desarrollo de terapias más eficaces. Estos esfuerzos de investigación no solo han transformado el tratamiento de los pacientes, sino que también han tenido un impacto profundo en la ciencia médica, consolidando a MGH como un líder mundial en el tratamiento de sarcomas y otros tumores musculoesqueléticos.

En la actualidad, la Unidad de Sarcomas y Tumores Musculoesqueléticos de MGH sigue siendo un referente global en el tratamiento de estos complejos cánceres. Cada año, más de 700 pacientes con sarcomas y tumores musculoesqueléticos son diagnosticados y tratados en la unidad. Esto ha sido posible gracias a la dedicación del equipo de especialistas y a la continua innovación en los tratamientos, como la cirugía ortopédica avanzada, las terapias dirigidas y la inmunoterapia. Este compromiso con la excelencia ha sido una constante a lo largo de los años, consolidando a MGH como uno de los mejores hospitales del mundo.

El legado de MGH no solo está basado en su capacidad para tratar enfermedades, sino en su esfuerzo por avanzar en el conocimiento médico, cambiar la vida de los pacientes y ampliar el horizonte de la medicina. El hospital sigue siendo un pilar fundamental en el panorama de la salud global, marcando una diferencia significativa tanto en la atención directa al paciente como en la investigación y formación médica.

## **Actividades realizadas**

### **1. Actividades asistenciales:**

Durante mi rotación en el Servicio MGH, tuve la oportunidad de integrarme en una unidad altamente especializada, compuesta por tres cirujanos adjuntos, conocidos en el sistema estadounidense como *attending doctors*: el Dr. Kevin Raskin, jefe de sección; el Dr. Santiago Lozano-Calderón, responsable del programa de *fellowship*; y el Dr. Erik Newman. Mi rotación se desarrolló principalmente bajo la supervisión del Dr. Santiago Lozano-Calderón, siguiendo su actividad semanal de consultas y cirugías, lo que me permitió involucrarme más de cerca en la atención de los pacientes con patologías musculoesqueléticas oncológicas, observando de cerca la organización y toma de decisiones con cada uno de ellos. Además, durante los días en los que el Dr. Lozano se encontraba ausente debido a compromisos académicos, congresos o actividades docentes, proseguí mi rotación junto al Dr. Kevin Raskin y el Dr. Erik Newman, lo que me permitió conocer distintos enfoques en la consulta y en el quirófano y enriquecer aún más mi experiencia.

#### **- Pase de planta (todos los días):**

Desde las 6:00 am hasta las 7:00- 8:00 am, dependiendo del volumen de pacientes ingresados y del organigrama del día (según si hubiera sesiones clínicas o quirófano), junto a los residentes, *fellows*, estudiantes que estuvieran rotando por la sección y las enfermeras que están a cargo de los pacientes de la sección de cirugía oncológica llamadas Loretta y Liz, pasábamos a ver a los pacientes ingresados a cargo de Cirugía Oncológica. Podían ser pacientes que pendientes de intervención quirúrgica, ya intervenidos para ir siguiendo su evolución hasta el alta o nuevos ingresos para estudio o sospecha de lesiones tumorales.

Resultaba muy enriquecedor poder visitar a cada paciente cada mañana y hablar con ellos sobre como habían pasado la noche o evolucionado. Esto nos permitía conocer a los pacientes en mayor profundidad y aumentar la confianza y la empatía en la relación médico paciente. Además, esto implicaba un gran trabajo en equipo que hacía que estuviéramos más unidos y pudiéramos ayudar de una manera más activa en la toma de decisiones con los médicos adjuntos posteriormente, ya que les contábamos cual era la situación del paciente y el plan a seguir. También, a media mañana, los médicos adjuntos pasaban a ver a sus pacientes, y si la actividad del día lo permitía, acompañaba al Dr. Lozano a ver los pacientes a su cargo, de nuevo. Esto me permitía observar como era la comunicación con el paciente y el manejo de este durante su ingreso.

- Quirófano (lunes, miércoles y viernes):

El quirófano comenzaba a las 07:45 horas y se prolongaba en función de la complejidad y número de intervenciones previstas, finalizando habitualmente entre las 17:00 h y las 22:00 h. En ocasiones puntuales, algunas cirugías de especial dificultad podían extenderse aún más. Todos los lunes por la mañana, se llevaba a cabo una reunión clínica donde se discutían los casos programados para ser intervenidos durante la semana. Se analizaban las distintas alternativas terapéuticas y se definían los planes quirúrgicos de forma detallada. Además, en los casos de tumores malignos, uno de los momentos más enriquecedores y que más me gustaba era el traslado de la muestra quirúrgica al Servicio de Anatomía Patológica. Allí, teníamos la oportunidad de observar cómo los patólogos recibían la pieza, realizaban una inspección inicial, la medían y decidían cuidadosamente por qué plano debían cortarla para su análisis. Esta primera evaluación macroscópica resultaba interesante, ya que posteriormente tallaban la muestra y la fijaban para su posterior análisis microscópico mediante preparaciones digitales. Además, durante la intervención quirúrgica se enviaban muestras de los bordes tumorales para análisis intraoperatorio. Estas eran evaluadas in situ junto al patólogo al microscopio, quien explicaba de manera precisa los hallazgos, el diagnóstico o sospecha diagnóstica, y si existía presencia de células tumorales en los márgenes. Esta información era clave para valorar si los bordes eran positivos o negativos, y, por tanto, si la resección había sido completa.

- Consulta (martes y jueves):

La actividad en consulta tenía lugar los martes, a partir de las 10:00 h, una vez finalizada la conferencia de radiología, y los jueves desde las 09:00 h. La jornada se prolongaba normalmente hasta las 16:30–17:00 h. El funcionamiento era muy dinámico y enriquecedor. Junto al Dr. Lozano trabajaban habitualmente dos o tres personas más, entre *fellows*, residentes o estudiantes de medicina, quienes se repartían a los pacientes de la consulta para realizar una valoración inicial. Normalmente, en mi caso, acompañaba al Dr. Lozano en las visitas, pero otras veces acompañaba a los *fellows* o residentes. Cada uno de ellos realizaba la historia clínica al paciente antes de que este fuese evaluado por el Dr. Lozano y posteriormente, se le presentaba el caso, la impresión diagnóstica, el posible plan de actuación y discutíamos nuestras conclusiones con él. Cada consulta se convertía en una auténtica clase magistral, no solo por la profundidad con la que se abordaban los aspectos clínicos, radiológicos y terapéuticos de los tumores musculoesqueléticos, tanto benignos como malignos, sino también por el enfoque humano y empático con el que se trataba a cada paciente. Fue apasionante observar el nivel de confianza y cercanía que el Dr. Lozano

lograba establecer con cada uno de ellos, lo cual generaba un ambiente de calma y seguridad, incluso en situaciones difíciles. Gracias a esta experiencia, no solo he podido adquirir conocimientos clínicos y técnicos muy valiosos, sino también aprender del ejemplo diario sobre el trato humano que debe caracterizar siempre a los médicos. Esta rotación me ha recordado la importancia de acompañar al paciente en cada fase del proceso diagnóstico y terapéutico, con cercanía y empatía para ayudarles en la toma de decisiones.

## 2. Actividades docentes:

- Sesión de casos que se van a operar (“*Indications*”): Lunes de 7:00 a 8:30 am.  
Los cirujanos, *fellows* y residentes revisan los casos que se van a operar esa semana, y luego uno de los *fellows* o residentes da una breve sesión clínica sobre un tema específico de sarcomas. Esta sesión de casos es muy enriquecedora ya que cada uno expone su punto de vista sobre el manejo quirúrgico del paciente integrando los diferentes abordajes, formas de resección y opciones de reconstrucción según la localización y el tipo de tumor que presente el paciente. Conseguí aprender mucho sobre la manera de pensar de cada uno y sin duda, te da una gran formación y amplía el razonamiento.
- Reunión de investigación: Martes de 8:00 a 9:00 am.  
Nos reuníamos los *fellows* de investigación donde se revisaban, se actualizaban y discutían todos los proyectos con el Dr. Lozano.
- Conferencia de los *Fellows* (“*Fellow’s Conference*”): Martes de 7:00 a 8:00 am.  
Esta es la parte teórica del programa clínico para *fellows*. Se dan sesiones clínicas impartidas por los médicos especialistas de las diferentes especialidades relacionadas con sarcomas integrados en el “Sarcoma Cancer Center” como cirujanos, radiólogos, patólogos, oncólogos médicos y oncólogos radioterápicos e incluso conjuntas entre ellos, de manera que cada charla cubre un área específica de oncología ortopédica, desde el aspecto fisiopatológico y biológico del sarcoma, pasando por su diagnóstico y tratamiento como quimioterapia hasta reconstrucción con endoprótesis. En estas sesiones clínicas se da la oportunidad de aprender de los diferentes expertos que forman parte del Sarcoma Cancer Center del MGH, de manera que se exponen los diferentes temas que engloban la patología del sarcoma. Además, posteriormente a la sesión, teníamos la oportunidad de hablar con ellos o preguntar las dudas que tuviéramos de una manera muy cercana. Durante mi periodo de 5 meses tuve la oportunidad de asistir a las sesiones con los siguientes títulos:
  - Enfermedad oligometastásica
  - Angiosarcoma y miscelánea
  - Oncología radioterápica sobre extremidades en tumores de partes blandas
  - Terapia sistémica para sarcomas de partes blandas
  - Tumores cartilaginosos benignos
  - Radiología y Anatomía Patológica de las lesiones quísticas y radiolucientes óseas.
  - Tumores fibrosos y fibrohistiocíticos del hueso.
  - Principios de la biopsia de los tumores óseos y de partes blandas.
  - Principios radiológicos sobre la evaluación de los tumores óseos.

- Tumores de células redondas del hueso??. Sarcoma de Ewing, mieloma, linfoma, histiocitosis de células de Langerhans.
  - Anatomía patológica del osteosarcoma.
  - Quimioterapia para sarcoma de Ewing y Osteosarcoma.
  - Cordoma.
  - Anatomía patológica del cordoma.
  - Tratamiento radioterápico para el cordoma de la columna vertebral con un especial enfoque en la protonterapia.
  - Linfoma.
  - Mieloma múltiple.
  - Tratamiento radioterápico en linfoma y mieloma múltiple.
  - Mixofibrosarcoma y leiomiomasarcoma.
  - Tratamiento quirúrgico del sarcoma sinovial.
  - Tratamiento sistémico del sarcoma sinovial.
- Conferencia de Radiología (“Radiology Conference”): Martes de 9:00 a 10:00 am.  
Constituye un espacio de gran valor clínico en el que cirujanos ortopédicos oncológicos, radiólogos y patólogos se reúnen para discutir casos quirúrgicos complejos, con especial énfasis en los desafíos diagnósticos.  
La dinámica de estas sesiones se organiza de manera que, en primer lugar, los cirujanos ortopédicos presentan a los radiólogos aquellos casos que, tras ser valorados en consulta, plantean dudas respecto al abordaje diagnóstico. El objetivo es determinar conjuntamente si es necesario avanzar hacia pruebas invasivas, como una biopsia, o si, por el contrario, el caso puede ser manejado mediante seguimiento clínico y observación.  
Posteriormente, los radiólogos exponen estudios de imagen complejos como radiografías, resonancias magnéticas o tomografías computarizadas que requieren de una interpretación especialmente minuciosa, contextualizándolos con la clínica del paciente y los hallazgos ya disponibles. Esta correlación permite afinar el diagnóstico diferencial y orientar los siguientes pasos con mayor precisión. Finalmente, los patólogos comparten casos que, desde el punto de vista histopatológico, presentan un alto grado de dificultad diagnóstica. Mediante la integración de la información clínica y radiológica con los hallazgos micro y macroscópicos, se busca resolver las dudas existentes y alcanzar una mayor profundidad diagnóstica. Estas sesiones multidisciplinarias favorecen una visión global e integral del paciente, particularmente en los casos más complejos, y son fundamentales para optimizar las decisiones clínicas. A través de la colaboración estrecha entre especialidades, se potencia la calidad del diagnóstico y, en última instancia, se contribuye a ofrecer al paciente la mejor opción terapéutica disponible.
- Sesiones magistrales de Cirugía Ortopédica (“Orthopaedic Surgery Grand Rounds”):  
Jueves de 6:30-7:30 am.  
El MGH invita cada 2 o 3 jueves a un experto a nivel nacional o internacional en una materia para dar una charla magistral sobre un tema en concreto relacionado con la cirugía ortopédica, la docencia, la investigación, gestión o aspecto humano. Tienen un enfoque más amplio que solo la oncología ortopédica.

- Comité multidisciplinar de sarcomas y tejidos blandos (“Multidisciplinary Conference”): Jueves de 4:45 a 6:00 pm.  
En estas reuniones, que constituyen el eje central del abordaje integral del paciente con sarcoma, participan cirujanos ortopédicos oncológicos, cirujanos pediátricos, radiólogos, patólogos, oncólogos médicos y oncólogos radioterápicos. Su objetivo principal es discutir de manera coordinada el manejo diagnóstico y terapéutico de los casos clínicos. Durante las sesiones, los *fellows* de radiología presentan detalladamente las imágenes diagnósticas, mientras que los de anatomía patológica exponen y analizan las características macroscópicas y microscópicas de las muestras obtenidas por biopsia o cirugía, argumentando el diagnóstico. A continuación, el fellow de cirugía ortopédica oncológica explica las implicaciones quirúrgicas del caso, ya sea describiendo una intervención previamente realizada o proponiendo un enfoque quirúrgico o conservador. Una vez presentado el caso, todos los especialistas implicados, incluyendo oncólogos médicos, oncólogos radioterápicos y cirujanos oncológicos tanto generales como pediátricos, debaten de forma conjunta cada una de las áreas expuestas: hallazgos radiológicos, diagnóstico anatomopatológico y opciones terapéuticas. Este intercambio permite consensuar la mejor estrategia terapéutica para cada paciente, especialmente en aquellos casos de elevada complejidad, donde la evidencia científica disponible es limitada o poco concluyente. Estas sesiones resultan esenciales para garantizar un enfoque integral, individualizado y basado en la mejor evidencia posible en el tratamiento del sarcoma.
  
- Reunión para discusión de artículos científicos (“Journal club”): Suele ser el tercer jueves de cada mes.  
Se trata de una reunión mensual en la que participan residentes, *fellows* clínicos y de investigación, así como médicos adjuntos, con el objetivo de discutir críticamente artículos científicos recientes relacionados con la cirugía oncológica. El propósito principal de esta reunión es fomentar la lectura crítica, la actualización científica continua y la toma de decisiones clínicas basadas en la evidencia.  
Estas reuniones se celebran en formato híbrido, tanto presencial como online, ya que se hacen en conjunto con el Servicio de Cirugía Oncológica Infantil del *Boston Children’s Hospital*. Los *fellows* y adjuntos se encargan de seleccionar tres o cuatro artículos relevantes y recientes, centrados en un tema específico, procedentes de revistas científicas de alto impacto en oncología musculoesquelética y cirugía ortopédica.  
Una vez seleccionados, los artículos se distribuyen entre los *fellows* y residentes, quienes los preparan para su presentación el día del *Journal Club*. Cada presentación sigue una estructura común: se expone el contexto y la justificación del estudio, los objetivos e hipótesis, el diseño del estudio, los resultados principales y, finalmente, la discusión y las conclusiones.  
Tras la presentación, se lleva a cabo un análisis crítico del artículo, en el que se debaten las fortalezas y debilidades del estudio, la validez de los métodos empleados, el significado clínico de los resultados y su posible impacto en la práctica clínica. Además, se reflexiona sobre si los hallazgos del artículo podrían modificar o reforzar la práctica habitual en aspectos como el diagnóstico, las indicaciones quirúrgicas, el uso de nuevas técnicas de resección y reconstrucción, y el seguimiento como es el caso de las complicaciones que sufren los pacientes con sarcomas óseos y de partes blandas.

### 3. Actividades de investigación:

Durante estos 5 meses, he podido colaborar en varios proyectos de investigación con el equipo de *research fellowships*, quienes se han convertido en una familia para mí. Algunos de los proyectos los he llevado a cabo, con la ayuda de otros compañeros y en otros proyectos, he colaborado y ayudado en su desarrollo ya que estaban encabezados por otros compañeros. Los proyectos de investigación en los que participé fueron los siguientes:

- Tumor de células gigantes (TCG) en la pelvis y sacro: El TCG es una neoplasia ósea primaria, habitualmente benigna pero localmente agresiva. Su localización más frecuente son las epífisis de los huesos largos, sin embargo, cuando afecta a la pelvis o al sacro, plantea importantes retos clínicos y terapéuticos. Estas localizaciones se asocian a un diagnóstico más tardío debido a síntomas inespecíficos y permiten un crecimiento tumoral considerable antes de su detección. Además, su complejidad anatómica dificulta la resección completa, aumenta el riesgo de complicaciones neurovasculares y viscerales, y limita las opciones quirúrgicas, lo que se traduce en mayores tasas de recurrencia local y secuelas funcionales.

En este estudio, hemos realizado un análisis retrospectivo de los pacientes diagnosticados de TCG en pelvis o sacro en el MGH y en el BWH desde el año 2000, con el objetivo de describir sus características clínicas, abordajes terapéuticos y resultados. Complementariamente, llevamos a cabo una revisión sistemática de la literatura para comparar nuestros datos con la evidencia existente, analizar los principales factores pronósticos y explorar las estrategias quirúrgicas más empleadas en estas localizaciones complejas. Este trabajo pretende aportar una visión global sobre los desafíos que plantea el tratamiento del TCG en pelvis y sacro, así como las posibles vías de optimización del manejo clínico.

- “Machine learning” (aprendizaje automático) en el diagnóstico de fracturas patológicas en pacientes con osteosarcoma: Este sistema aplicado al diagnóstico de fracturas patológicas permite entrenar algoritmos con grandes cantidades de imágenes médicas (como radiografías, TACs o resonancias magnéticas) previamente diagnosticadas según la presencia o ausencia de fractura. Estos algoritmos aprenden a reconocer patrones radiológicos complejos como por ejemplo, la destrucción cortical, la localización del tumor o la afectación de partes blandas y que además pueden pasar desapercibidos al ojo humano o ser difíciles de valorar en fases iniciales. Una vez entrenado este sistema, el modelo puede analizar nuevas imágenes y predecir con alta precisión si existe una fractura patológica o si hay riesgo de que ocurra próximamente. Esto proporciona una herramienta de apoyo clínico muy útil para los equipos de cirugía ortopédica oncológica, facilitando decisiones como la indicación de estabilización profiláctica, el ajuste del plan quirúrgico o la priorización de pacientes con riesgo fractura elevado. Para ello, hemos recogido y unificado los pacientes diagnosticados con osteosarcoma en el MGH y en el BWH analizando de manera retrospectiva diferentes variables demográficas, clínicas, diagnósticas y de tratamiento que posteriormente servirán para entrenar los algoritmos diseñados por los compañeros de ingeniería que trabajan asociados junto al equipo.

- MiRNAs en osteosarcoma convencional versus extraesquelético: Los miRNAs son pequeñas moléculas no codificantes que regulan la expresión génica post-transcripcionalmente y desempeñan un papel clave en el desarrollo, progresión y respuesta al tratamiento de diversos tumores, incluido el osteosarcoma. En el osteosarcoma convencional, numerosos estudios han identificado perfiles específicos de miRNAs asociados con proliferación celular, metástasis (especialmente a pulmón), resistencia a la quimioterapia y pronóstico. En cambio, en el osteosarcoma extraesquelético, que supone una forma muy poco frecuente que surge en tejidos blandos sin afectación ósea primaria, los datos son mucho más limitados. No obstante, se ha propuesto que ciertos miRNAs también podrían estar implicados en su biología única, contribuyendo a diferencias en comportamiento clínico, agresividad local y patrón de metástasis. Comparar el perfil de expresión de miRNAs entre ambos tipos puede aportar información valiosa para comprender mejor sus mecanismos moleculares, identificar biomarcadores diagnósticos o pronósticos, e incluso abrir nuevas vías terapéuticas dirigidas.
- Osteocondroma y medición de su cápsula cartilaginosa como factor predisponente de transformación maligna: El osteocondroma es el tumor óseo benigno más frecuente, caracterizado por una exostosis recubierta por una capa de cartílago hialino. Aunque generalmente es una lesión benigna, en casos poco frecuentes puede sufrir transformación maligna hacia un condrosarcoma secundario, especialmente en pacientes con osteocondromatosis múltiple hereditaria. Uno de los criterios más importantes para sospechar malignización es el engrosamiento de su cápsula cartilaginosa. En estudios de imagen, como la resonancia magnética, se considera sospechoso un casquete que mida más de 1.5–2 cm en adultos, especialmente si se acompaña de crecimiento rápido, dolor sin causa mecánica o cambios en los bordes del tumor. La medición precisa de esta cápsula es esencial para el seguimiento, la evaluación del riesgo y la planificación quirúrgica, ya que puede ser indicativo de una transformación maligna incipiente. Este proyecto está siendo desarrollado por la compañera Lucy Hederick, con la recogida de todos los casos diagnosticados de osteocondroma en el MGH y en el BWH. Se está llevando a cabo la medición sistemática de su cápsula cartilaginosa en todos estos pacientes, con el objetivo de identificar aquellos casos que hayan presentado transformación maligna y poder optimizar un mejor engrosamiento que predice si es susceptible de malignización.

### **Valoración personal de la rotación**

Esta rotación en el MGH ha supuesto para mí una auténtica apertura de ojos. Ha sido una experiencia profundamente enriquecedora, que llevaba muchos años deseando poder realizar. Cinco meses que han pasado volando, pero que sin duda han sido los cinco mejores meses de toda mi residencia.

Solo tengo palabras de agradecimiento para todas las personas que han hecho posible esta aventura. En especial, a la Fundación Mari Paz Jiménez Casado, cuyo compromiso con los jóvenes médicos e investigadores hace realidad oportunidades como esta. Gracias de corazón por vuestro apoyo incondicional y por permitirnos seguir creciendo, tanto en el plano profesional como en el personal.

También quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi mentor, el Dr. Eduardo Ortiz, quien me guió desde el principio en este camino y confió en mí para dar este gran paso. Gracias a él, he podido vivir una experiencia única en un lugar tan especial y excepcional como es el MGH. Ha sido, sin duda, un sueño cumplido.

Estos meses han estado llenos de trabajo, esfuerzo y aprendizaje, pero también de disfrute, de momentos compartidos y de personas que ya forman parte de mi vida. El Dr. Santiago Lozano me acogió como a uno más de su familia. Me abrió las puertas de su conocimiento, de sus pacientes y de su día a día. Gracias a él, he podido vivir de cerca tanto los buenos momentos como aquellos más duros, inevitables en la lucha contra enfermedades tan complejas. Me ha ayudado a crecer como persona y me ha enseñado a ver siempre las cosas desde la positividad y saber enfrentarlas con una buena actitud, fuerza y determinación. Esa persona, médico y cirujano de los que no quedan, completos, excelentes y únicos. El Dr. Kevin Raskin, jefe de sección de cirugía oncológica también merece una mención especial. Una persona maravillosa, que me ha hecho conectar con mi interior para poder empatizar con los pacientes y me ha ayudado a razonar en los momentos clínicos y personales. Ambos, tanto el Dr. Lozano como el Dr. Raskin, me han ayudado y guiado en estos meses y me han dejado huella en el corazón. Además, he tenido la suerte de aprender de otros especialistas brillantes con los que he compartido sesiones y trabajo diario: el Dr. Petur Nielsen (patología), el Dr. Huang (radiología), los doctores Choy y Cote (oncología médica) y la Dra. Giap (oncología radioterápica). Juntos, forman un equipo excelente, en el que el conocimiento acumulado y el trabajo coordinado durante años se traduce en la mejor atención posible para los pacientes, haciendo que el difícil viaje del cáncer sea un poco más llevadero. También he aprendido mucho de cada residente del programa combinado de la Universidad de Harvard que ha rotado por el servicio, y especialmente del Dr. Aron Letchig, quien me ayudó a integrarme desde el primer día. No puedo dejar de mencionar a las *fellows* clínicas, las doctoras Sarah Ballatori y Neha Jejurikar, mis auténticos ángeles de la guarda. Con ellas compartí el día a día, colaboré en las presentaciones semanales de los pacientes y formé parte del equipo en todo momento. Ha sido un privilegio conocer de cerca la forma de trabajar del sistema americano y compartir este viaje con todos ellos.

Durante esta rotación, he podido mejorar significativamente mis habilidades clínicas, especialmente en la evaluación de lesiones musculoesqueléticas, aprendiendo a distinguir aquellas sospechosas de malignidad que requieren estudio adicional, de las que son benignas y pueden manejarse mediante observación. Esta capacidad de discernimiento es clave para cualquier clínico, ya que nos guía en el complejo camino del cáncer. Además, no solo he aprendido de la parte clínica, si no que he podido aprender tareas, conceptos y planificación de un proyecto de investigación de la mano de los *fellows* de investigación, con quienes he trabajado a diario y he sido parte de su equipo. He aprendido a confeccionar un cuaderno de recogida de datos en la plataforma REDCap, he aprendido a seleccionar variables importantes y desechar las que no lo son, he refrescado y he aprendido análisis estadísticos y los fundamentos necesarios para desarrollar un artículo científico. Todo esto, son competencias muy importantes que cualquier médico y científico debe tener muy controladas para poder seguir creciendo en su campo y poder entender la evidencia y aportar la suya propia.

Por último, esta estancia me ha permitido conocer el funcionamiento del sistema sanitario estadounidense, con sus ventajas e inconvenientes, y trabajar con personas de culturas y religiones

diversas, algo fundamental para formar equipos clínicos y de investigación sólidos y empáticos. También me ha ayudado a valorar mi propio recorrido, desde los inicios de mis estudios de Medicina hasta este momento, en el que me encuentro cerca del final de la residencia. Este tiempo de reflexión me ha hecho tomar conciencia del camino que recorreremos para llegar a ser médicos, y de la enorme responsabilidad que supone tratar con personas y con pacientes. Porque no basta con ser buenos médicos; debemos aspirar a ser también médicos buenos.

### **Bibliografía:**

1. Bareke H, Ibáñez-Navarro A, Guerra-García P, González Pérez C, Rubio-Aparicio P, Plaza López de Sabando D, Sastre-Urgelles A, Ortiz-Cruz EJ, Pérez-Martínez A. Prospects and Advances in Adoptive Natural Killer Cell Therapy for Unmet Therapeutic Needs in Pediatric Bone Sarcomas. *Int J Mol Sci.* 2023 May 5;24(9):8324. doi: 10.3390/ijms24098324. PMID: 37176035; PMCID: PMC10178897.
2. WHO Classification of Tumours Editorial Board. Soft tissue and bone tumours. Lyon (France): International Agency for Research on Cancer; 2020. (WHO classification of tumours series, 5<sup>th</sup> ed. Vol. 3).
3. Souhami RL, Craft AW, Van der Eijken JW, Nooij M, Spooner D, Bramwell VH, Wierzbicki R, Malcolm AJ, Kirkpatrick A, Uscinska BM, Van Glabbeke M, Machin D. Randomised trial of two regimens of chemotherapy in operable osteosarcoma: a study of the European Osteosarcoma Intergroup. *Lancet.* 1997 Sep 27;350(9082):911-7. doi: 10.1016/S0140-6736(97)02307-6. PMID: 9314869.
4. Orthopedic oncology service. Massachusetts General Hospital. Available at: <https://www.massgeneral.org/orthopaedics/oncology>.
5. Ortiz-Cruz E, Gebhardt MC, Jennings LC, Springfield DS, Mankin HJ. The results of transplantation of intercalary allografts after resection of tumors. A long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg Am.* 1997 Jan;79(1):97-106. doi: 10.2106/00004623-199701000-00010. PMID: 9010190.
6. Lozano-Calderon SA, Albergo JI, Groot OQ, Merchan NA, El Abiad JM, Salinas V, Gomez Mier LC, Montoya CS, Ferrone ML, Ready JE, Linares FJ, Levin AS, Peleteiro Pensado M, Pozo Kreilinger JJ, Ruiz IB, Ortiz-Cruz EJ, Gebhardt MC, Cote GM, Choy E, Spentzos D, Hung YP, Deshpande V, Chebib IA, McCulloch RA, Farfalli G, Aponte Tino L, Morris CD, Petur Nielsen G, Anderson ME, Jeys LM. Complete tumor necrosis after neoadjuvant chemotherapy defines good responders in patients with Ewing sarcoma. *Cancer.* 2023 Jan 1;129(1):60-70. doi: 10.1002/cncr.34506. Epub 2022 Oct 28. PMID: 36305090.
7. Barretina J, Taylor BS, Banerji S, Ramos AH, Lagos-Quintana M, Decarolis PL, Shah K, Succi ND, Weir BA, Ho A, Chiang DY, Reva B, Mermel CH, Getz G, Antipin Y, Beroukhi R, Major JE, Hatton C, Nicoletti R, Hanna M, Sharpe T, Fennell TJ, Cibulskis K, Onofrio RC, Saito T, Shukla N, Lau C, Nelander S, Silver SJ, Sougnez C, Viale A, Winckler W, Maki RG, Garraway LA, Lash A, Greulich H, Root DE, Sellers
8. WR, Schwartz GK, Antonescu CR, Lander ES, Varmus HE, Ladanyi M, Sander C, Meyerson M, Singer S. Subtype-specific genomic alterations define new targets for soft-tissue sarcoma therapy. *Nat Genet.* 2010 Aug;42(8):715-21. doi: 10.1038/ng.619. Epub 2010 Jul 4. PMID: 20601955; PMCID: PMC2911503.

9. Tawbi, HA, Burgess, M, Bolejack, V, Van Tine, BA, Schuetze, SM, Hu, J, D'Angelo, S, Attia, S, Riedel, RF, Priebat, DA, Movva, S, Davis, LE, Okuno, SH, Reed, DR, Crowley, J, Butterfield, LH, Salazar, R, Rodriguez-Canales, J, Lazar, AJ, Wistuba, II, Baker, LH, Maki, RG, Reinke, D & Patel, S 2017, 'Pembrolizumab in advanced soft-tissue sarcoma and bone sarcoma (SARC028): a multicentre, two-cohort, single-arm, open-label, phase 2 trial', *The Lancet Oncology*, vol. 18, no. 11, pp. 1493-1501. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(17\)30624-1](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(17)30624-1)
10. Mullen JT, Kobayashi W, Wang JJ, Harmon DC, Choy E, Hornicek FJ, Rosenberg AE, Chen YL, Spiro IJ, DeLaney TF. Long-term follow-up of patients treated with neoadjuvant chemotherapy and radiotherapy for large, extremity soft tissue sarcomas. *Cancer*. 2012 Aug 1;118(15):3758-65. doi: 10.1002/ncr.26696. Epub 2011 Dec 16. PMID: 22180344.
11. Guo W, Sun X, Zang J, Qu H. Intralesional excision versus wide resection for giant cell tumor involving the acetabulum: which is better? *Clin Orthop Relat Res*. 2012 Apr;470(4):1213-20. doi: 10.1007/s11999-011-2190-6. Epub 2011 Nov 29. PMID: 22125245; PMCID: PMC3293956.
12. Gonzalez MR, Bedi A, Karczewski D, Lozano-Calderon SA. Are Pathologic Fractures in Patients With Osteosarcoma Associated With Worse Survival Outcomes? A Systematic Review and Meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res*. 2023 Dec 1;481(12):2433-2443. doi: 10.1097/CORR.0000000000002687. Epub 2023 May 12. PMID: 37184541; PMCID: PMC10642876.
13. de Groot TM, Ramsey D, Groot OQ, Fourman M, Karhade AV, Twining PK, Berner EA, Fenn BP, Collins AK, Raskin K, Lozano S, Newman E, Ferrone M, Doornberg JN, Schwab JH. Does the SORG Machine-learning Algorithm for Extremity Metastases Generalize to a Contemporary Cohort of Patients? Temporal Validation From 2016 to 2020. *Clin Orthop Relat Res*. 2023 Dec 1;481(12):2419-2430. doi: 10.1097/CORR.0000000000002698. Epub 2023 May 25. PMID: 37229565; PMCID: PMC10642892.
14. Lozano Calderon SA, Garbutt C, Kim J, Lietz CE, Chen YL, Bernstein K, Chebib I, Nielsen GP, Deshpande V, Rubio R, Wang YE, Quackenbush J, Delaney T, Raskin K, Schwab J, Cote G, Spentzos D. Clinical and Molecular Analysis of Pathologic Fracture-associated Osteosarcoma: MicroRNA profile Is Different and Correlates with Prognosis. *Clin Orthop Relat Res*. 2019 Sep;477(9):2114-2126. doi: 10.1097/CORR.0000000000000867. PMID: 31389890; PMCID: PMC7000091.