

CRIOABLACIÓN DE MALFORMACIONES VASCULARES EN LA EDAD PEDIÁTRICA

Jorge Sagué Caballero¹, Irene Navas Fernández-Silgado², Inés García Toledo³, Audena María García Kempf⁴, Andrés Eduardo Sánchez Sánchez⁵, Cristina de la Rubia Torell⁶, Jesús Redondo Sedano⁷, Carmen Gallego Herrero⁸

¹Hospital Universitario 12 de Octubre, Madrid.

OBJETIVO DOCENTE

- 1.- Describir la técnica de crioablación percutánea para el tratamiento de anomalías vasculares en pacientes pediátricos
- 2.- Revisar las indicaciones establecidas de este tratamiento así como las nuevas indicaciones más recientes, en función del tipo y localización de la anomalía vascular
- 3.- Mostrar la experiencia en nuestro centro en el tratamiento de malformaciones venosas en niños

REVISIÓN DEL TEMA

INTRODUCCIÓN

- Las malformaciones vasculares (MV) son anomalías congénitas del desarrollo vascular que pueden causar dolor, limitación funcional e impacto estético significativo en pacientes pediátricos
- La incidencia aproximada de las MV es de 1 a 1,5% (en la edad pediátrica) y es la causa más frecuente de masa de partes blandas en esta edad
- La crioablación percutánea guiada por imagen representa una alternativa terapéutica mínimamente invasiva, segura y efectiva para el manejo de estas lesiones sintomáticas

REVISIÓN DEL TEMA

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA:

- Técnica ablativa percutánea que utiliza temperaturas extremadamente bajas (-40°C a -160°C)
- Se introduce una sonda (“crioprobe”) que aplica gas a alta presión (principalmente gas argón) generando frío por la rápida expansión del mismo.
- Las bajas temperaturas alcanzadas producen necrosis coagulativa debido a la cristalización de las moléculas de agua, isquemia microvascular local e inducción de apoptosis
- La principal limitación es la cercanía con la piel y órganos vecinos

REVISIÓN DEL TEMA

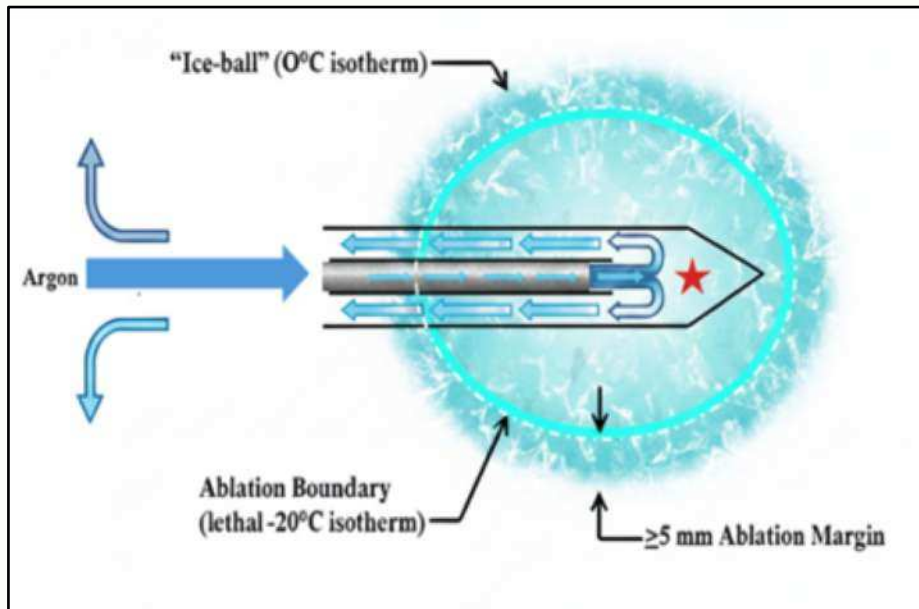


Fig 1. Dibujo de una bola de hielo formada alrededor de una sonda de crioablación debido al rápido enfriamiento de la sonda. Dentro de la bola de hielo, la zona central alcanza temperaturas citotóxicas

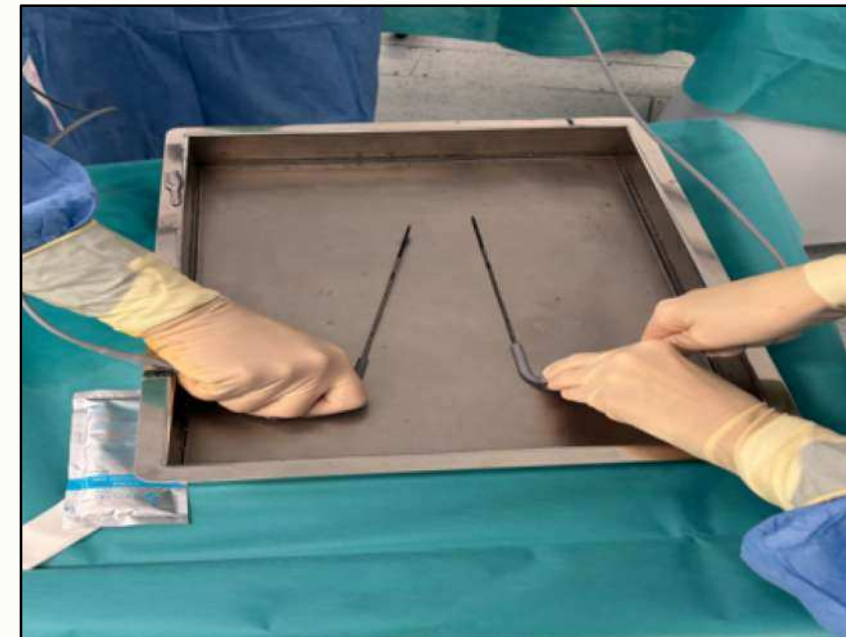


Fig 2. Comprobación de la adecuada formación de la bola de hielo a través de dos sondas ("crioprobe") previamente a procedimiento de crioablación realizado en nuestro centro

REVISIÓN DEL TEMA

PRINCIPALES INDICACIONES ACTUALES DE LA TÉCNICA:

- Dolor moderado a severo refractario a tratamiento conservador
- Edema o efecto de masa que condiciona limitación funcional
- Fracaso terapéutico o recurrencia tras otras técnicas (escleroterapia, cirugía...)
- Lesiones de difícil acceso quirúrgico

REVISIÓN DEL TEMA

TIPOS DE MALFORMACIONES SUSCEPTIBLES DE TRATAMIENTO CON CRIOABLACIÓN:

1.- FIBROADIPOSE VASCULAR ANOMALY (FAVA)

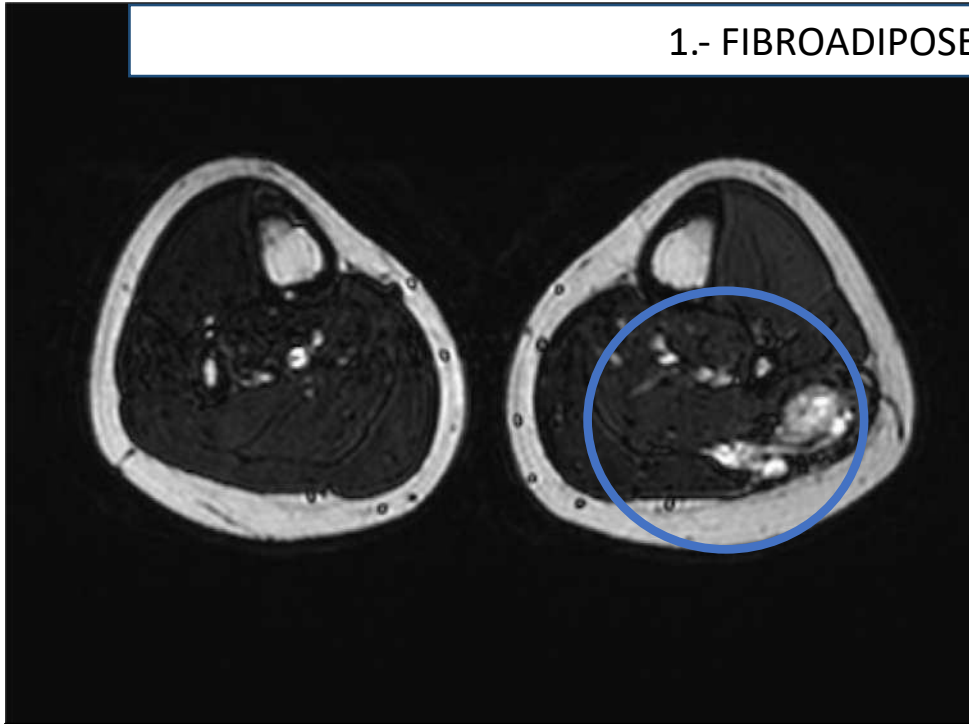


Fig 3. RM de miembros inferiores donde potenciada en T1 donde se ve una sustitución grasa del músculo gastrocnemio lateral izquierdo

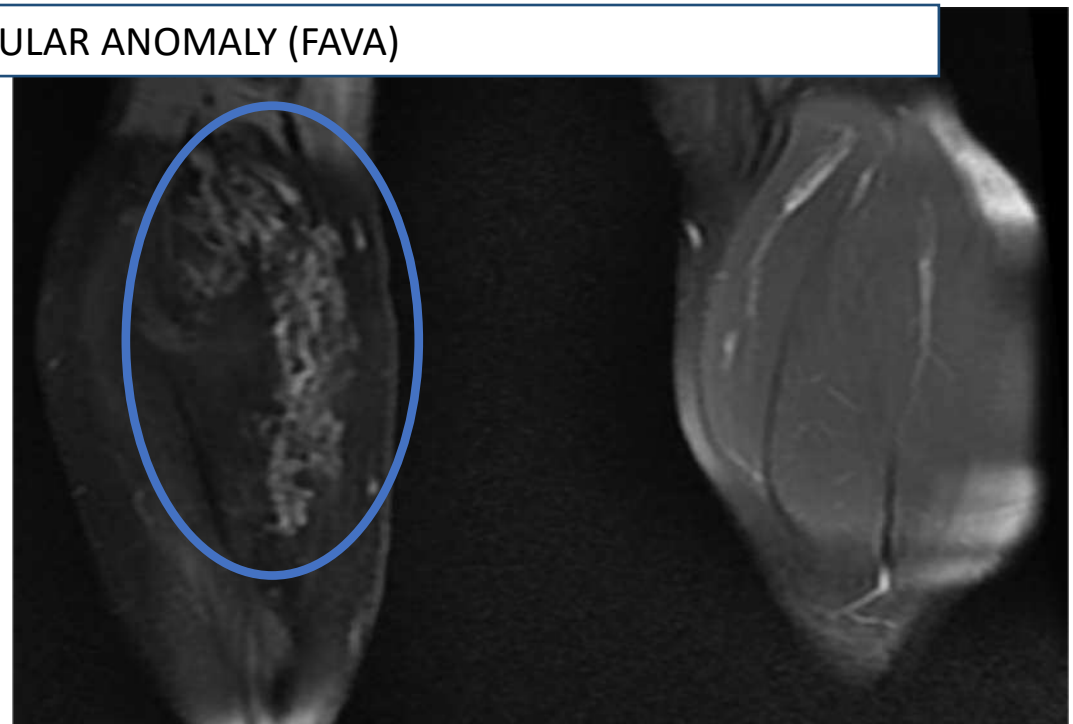


Fig 4. RM con CIV donde se muestra malformación venosa tipo FAVA en región gemelar derecha y músculo sóleo con vasos tortuosos y dilatados

REVISIÓN DEL TEMA

TIPOS DE MALFORMACIONES SUSCEPTIBLES DE TRATAMIENTO CON CRIOABLACIÓN:

2.- MALFORMACIONES VENOSAS ESPONGIFORMES

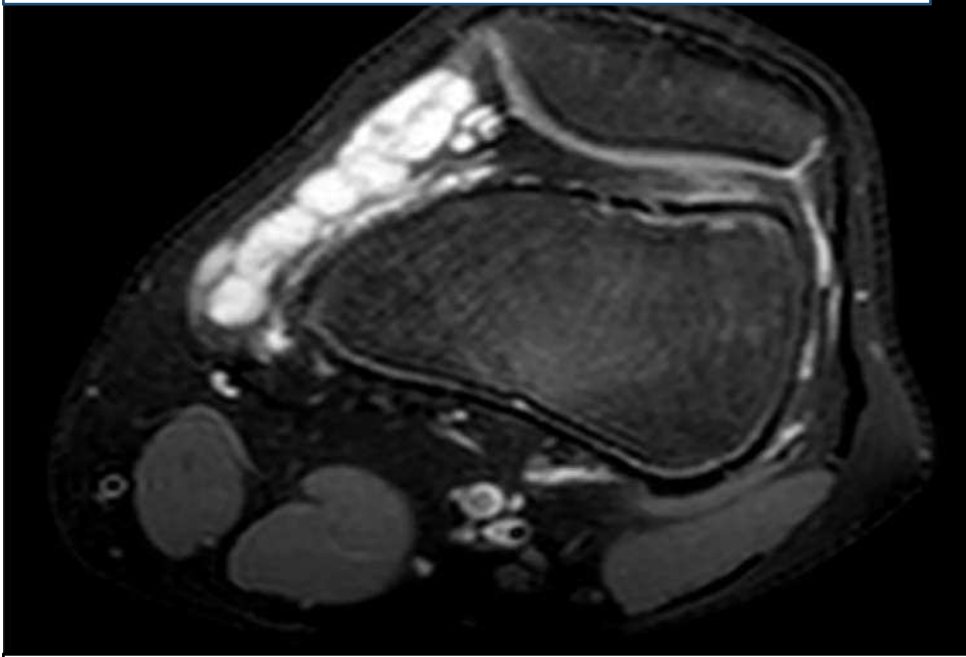


Fig 5. Niño con lesión tubular hiper en T2 en fémur distal, compatible con malformación de bajo flujo tipo venosa de aspecto espongiorme

3.- MALFORMACIONES VENOSAS PLEXIFORMES



Fig 6. Imagen de flebografía que muestra malformación venosa en región patelar conformada por vasos displásicos tortuosos.

REVISIÓN DEL TEMA

TIPOS DE MALFORMACIONES SUSCEPTIBLES DE TRATAMIENTO CON CRIOABLACIÓN:

4.- HEMAGIOMAS NO INVOLUTIVOS

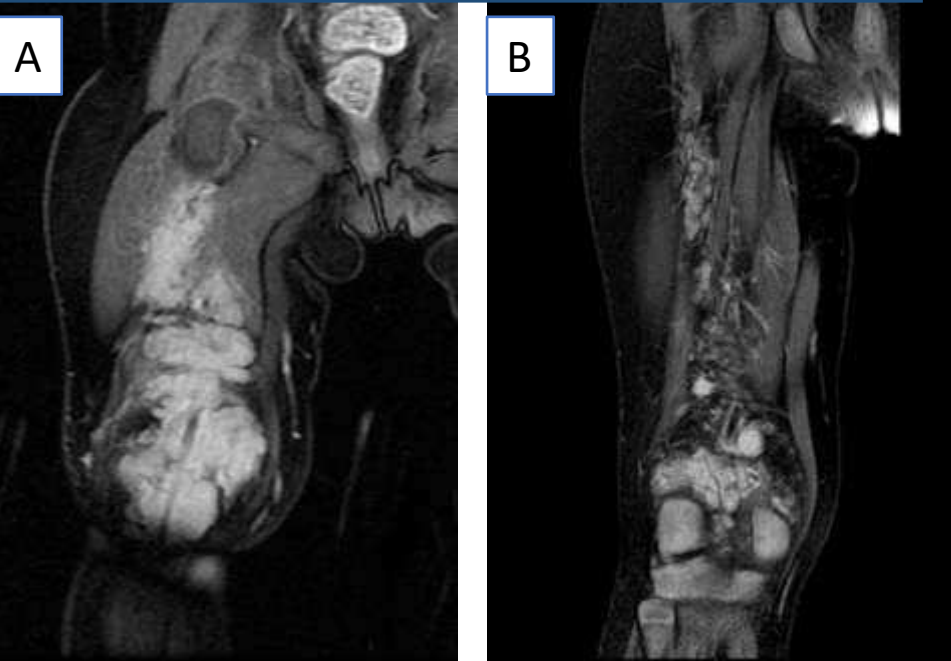


Fig 7. Imágenes de RM de hemangioma congénito parcialmente involutivo (PICH) en neonata (A) y 3 años después (B)

5.- MALFORMACIONES LINFÁTICAS

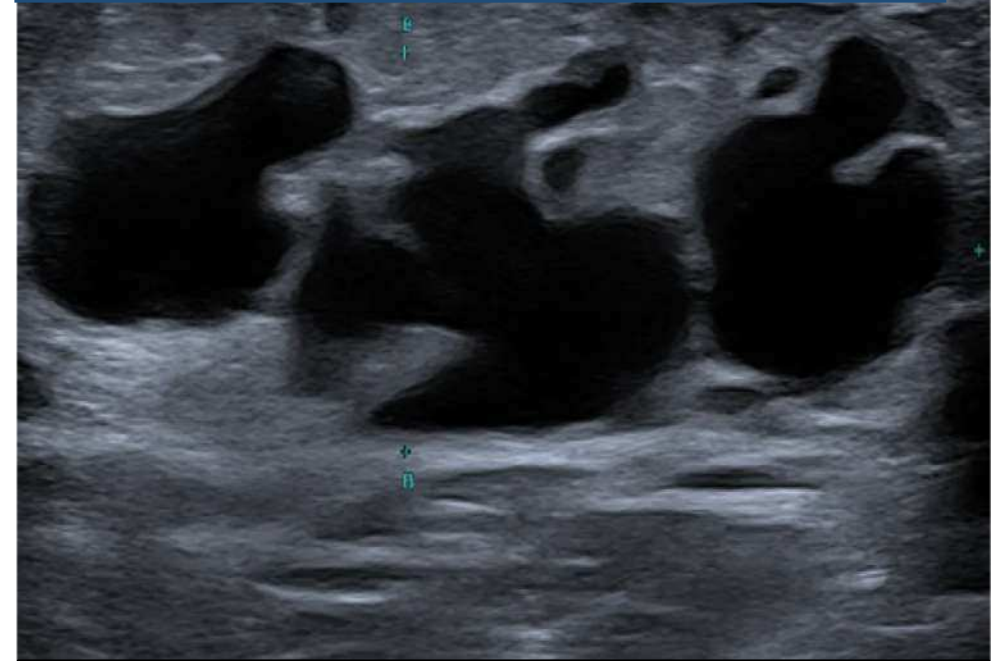


Fig 8. Ecografía de una malformación de bajo flujo tipo linfática de predominio macroquística en cara interna de muslo derecho

REVISIÓN DEL TEMA

PROCEDIMIENTO:

- Planificación del abordaje guiado a través de pruebas de imagen: Eco y TAC
- Anestesia general/Sedación +/- Uso de anestésicos locales/Bloqueo nervioso periférico- *en función de la tolerancia y edad del paciente*
- Colocación percutánea de las crio sondas cuyo número dependerá del tamaño de la lesión y del área a cubrir
- Generalmente se realizan varios ciclos (normalmente 3) de enfriamiento de unos 10 minutos seguidos por ciclos de calentamiento pasivo entre ellos
- Como no se tratan lesiones tumorales no es necesario margen de seguridad
- Monitorización en tiempo real de la bola de hielo a través de Eco y TC
- Posteriormente al procedimiento se recomienda: analgesia a demanda, reposo absoluto 6h, reposo relativo 48h, no ejercicio en los primeros 15 a 30 días

REVISIÓN DEL TEMA

PROCEDIMIENTO:

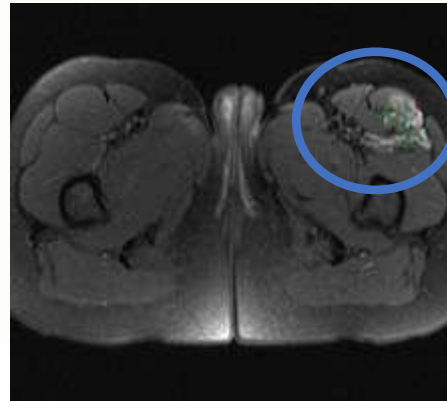


Fig 9 y Fig 10. Imágenes obtenidas durante procedimiento de crioablación guiado mediante ecografía de una malformación venosa en el muslo y su imagen en RM

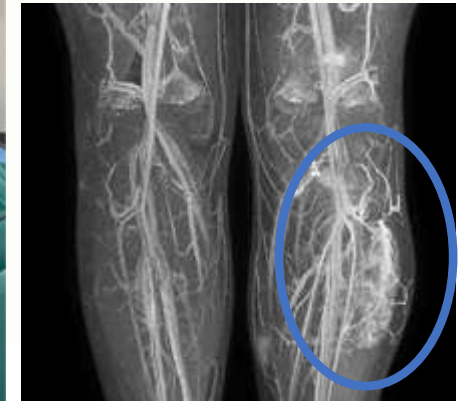


Fig 11 y Fig 12. Crioablación guiada mediante ecografía de una malformación venosa tipo FAVA en músculo gemelo lateral y su correspondiente imagen en RM

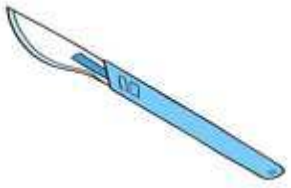
	VENTAJAS	INCONVENIENTES	INDICACIÓN
CIRUGÍA 	- Resección completa posible en lesiones de bajo flujo localizadas - Resultados inmediatos - Menor recurrencia si resección total	- Complicaciones mayores (hemorragia, cicatriz, infección) - -Alta recurrencia en resección subtotal - No indicada en lesiones difusas	- Malformaciones que generan síntomas graves en las que la mutilación aporta beneficio - Malformaciones accesibles cuya resección no es mutilante normalmente después de tto percutaneo
ESCLEROTERAPIA 	- Mínimamente invasiva - Se pueden realizar en varias sesiones - Bajo riesgo de complicaciones graves con la mayoría de esclerosantes - Mejoría clínica frecuente incluso sin reducción del tamaño de la lesión	- Complicaciones locales (dolor, inflamación, neuropatía) - Complicaciones sistémicas en caso de uso de etanol - - Menor efectividad en lesiones difusas. - Puede requerir múltiples sesiones	- Malformaciones de bajo flujo venosas y linfáticas (micro y macro-quísticas) - Lesiones extensas, multifocales o de difícil acceso quirúrgico
CRIOABLACIÓN 	- Mínimamente invasiva - Reducción significativa de volumen y dolor - Eficaz como 1ª o 2ª línea ante fracaso terapéutico por lesiones resistentes - Bajo riesgo de complicaciones mayores	- Complicaciones menores (lesiones cutáneas, neuropatía transitoria) - Experiencia limitada en pediatría y no disponible en todos los centros - No indicada en lesiones muy extensas - Gran inflamación local post-tratamiento	- Malformaciones venosas y linfáticas en tejidos blandos o de localización periférica - Alta eficacia en malformaciones tipo FAVA

Tabla 1. Tabla comparativa de las principales técnicas actualmente disponibles para el tratamiento de malformaciones venosas en pediatría

REVISIÓN DEL TEMA

EVENTUALES COMPLICACIONES:

MENORES (14-30%)



- Dolor postprocedimiento
- Edema/inflamación
- Equimosis o hematoma
- Lesiones cutáneas superficiales (ampolla o necrosis local)
- Neuropatía transitoria (neuroapraxia)

MAYORES (3-5%)



- Lesión cutánea profunda con pérdida de tejido
- Neuropatía persistente (neurotmesis o axonotmesis)
- Infecciones
- Daño de órganos adyacentes

REVISIÓN DEL TEMA

TÉCNICAS PARA MINIMIZAR LAS COMPLICACIONES: HIDRODISECCIÓN Y AERODISECCIÓN

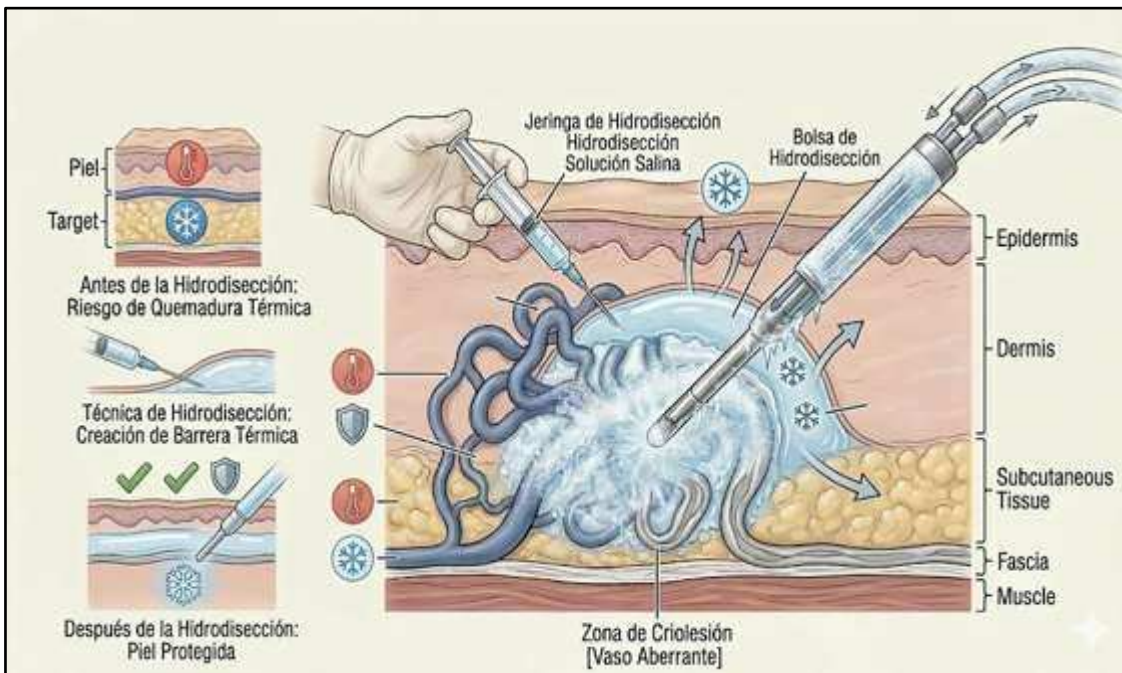


Fig 13. Dibujo explicativo de la técnica de hidrodissección que permite separar el plano cutáneo de la bola de hielo introduciendo suero salino que separa la piel de la bola de hielo evitando así necrosis y otras lesiones de la misma

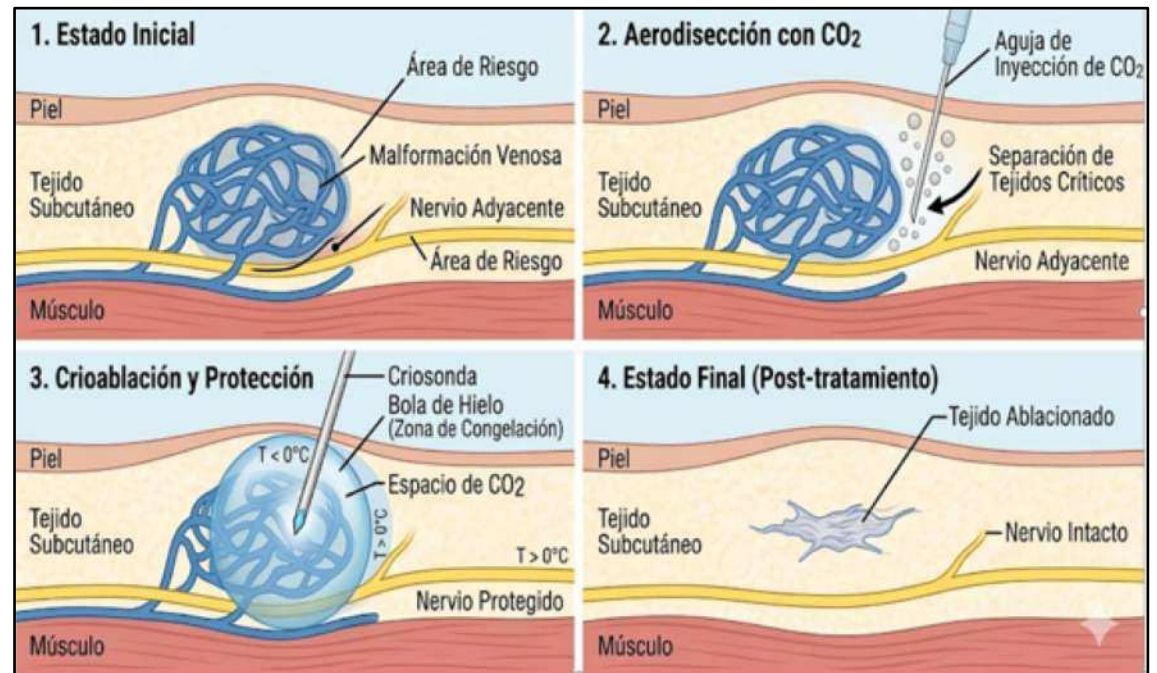


Fig 14. Dibujo explicativo de la técnica de aerodisección donde se muestra la inyección de gas de dióxido de carbono (CO2) a través de la aguja que separa la lesión a tratar de la zona a tratar. La aerodisección presenta el inconveniente con respecto a la hidrodissección de que el gas tiene una distribución menos previsible y puede dificultar la visualización con Eco

CASO Nº1

Niño de 12 años que presenta importante inflamación y dolor e nivel de músculo gastrocnemio externo del MII de 2 meses de evolución. Se realiza ecografía.



Fig 15. Fotografía del paciente en consulta que presenta asimetría de miembros con aumento de volumen del MII y enrojecimiento cutáneo.

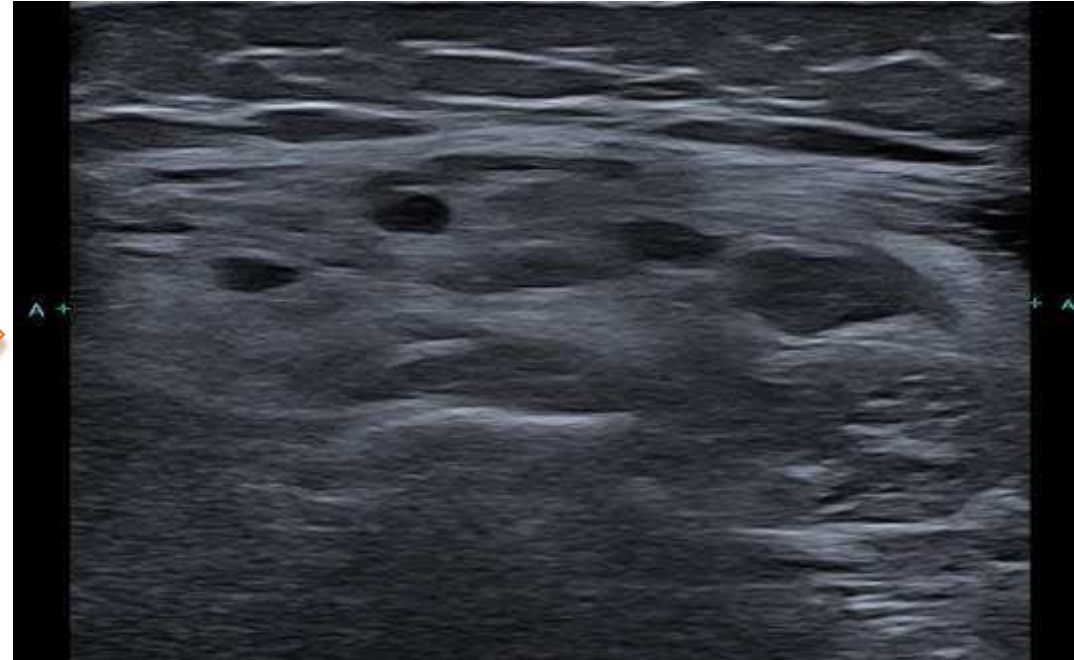


Fig 16. Imagen de ecografía realizada donde se evidencia lesión en el espesor del gemelo externo de aspecto heterogéneo con áreas hiperecoicas y otras imágenes tubulares y redondeadas sugestivo de estructuras vasculares.

CASO Nº1

Dados los hallazgos se decide completar estudio mediante RM con CIV:

Masa heterogénea intramuscular en el gemelo lateral de miembro inferior izquierdo con intensidad de señal heterogénea predominantemente hiperintensa en T1 sugestivo de infiltración grasa con atrofia muscular.

Hallazgos compatibles con malformación tipo FAVA.

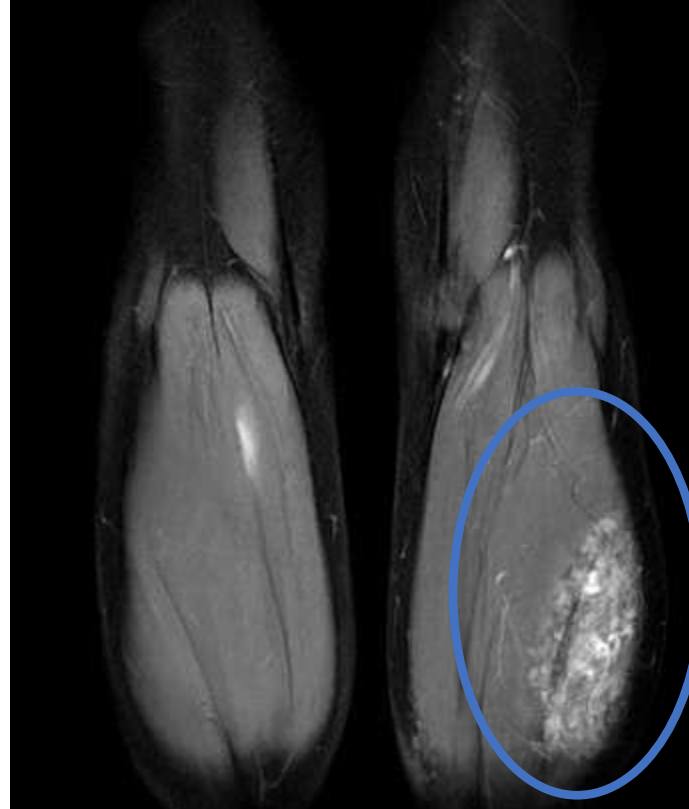


Fig 17. Imagen de RM potenciado en T2 donde se identifica lesión intramuscular heterogénea



Fig 18. Reconstrucción MIP de secuencia T1 con CIV donde se evidencia relleno precoz en fase arterial sugestivo de componente arterio-venoso

CASO Nº1

Se realiza crioablación guiada por ecografía introduciendo dos electrodos. Se realiza además flebografía previa combinando donde se comprueba dependencia de vena poplítea y se combina con escleroterapia con etoxiesclerol 3% en espuma.

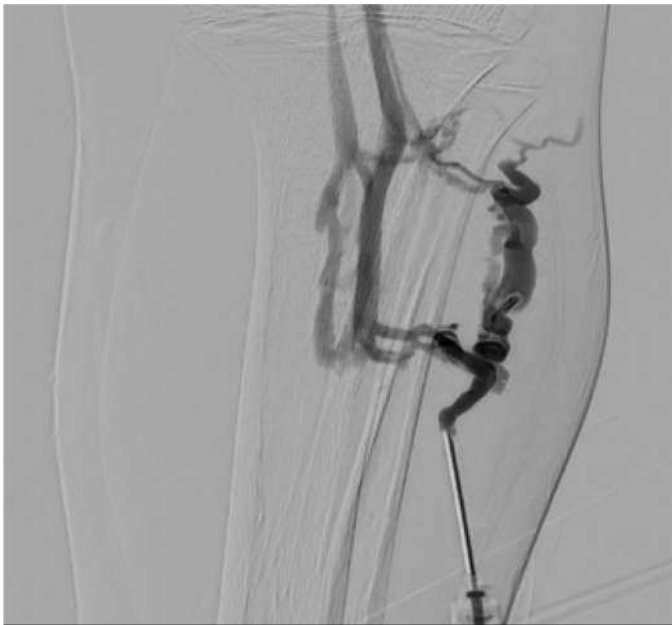


Fig 19. Imagen de flebografía realizada previa a crioablación donde se ve dependencia de vena poplítea

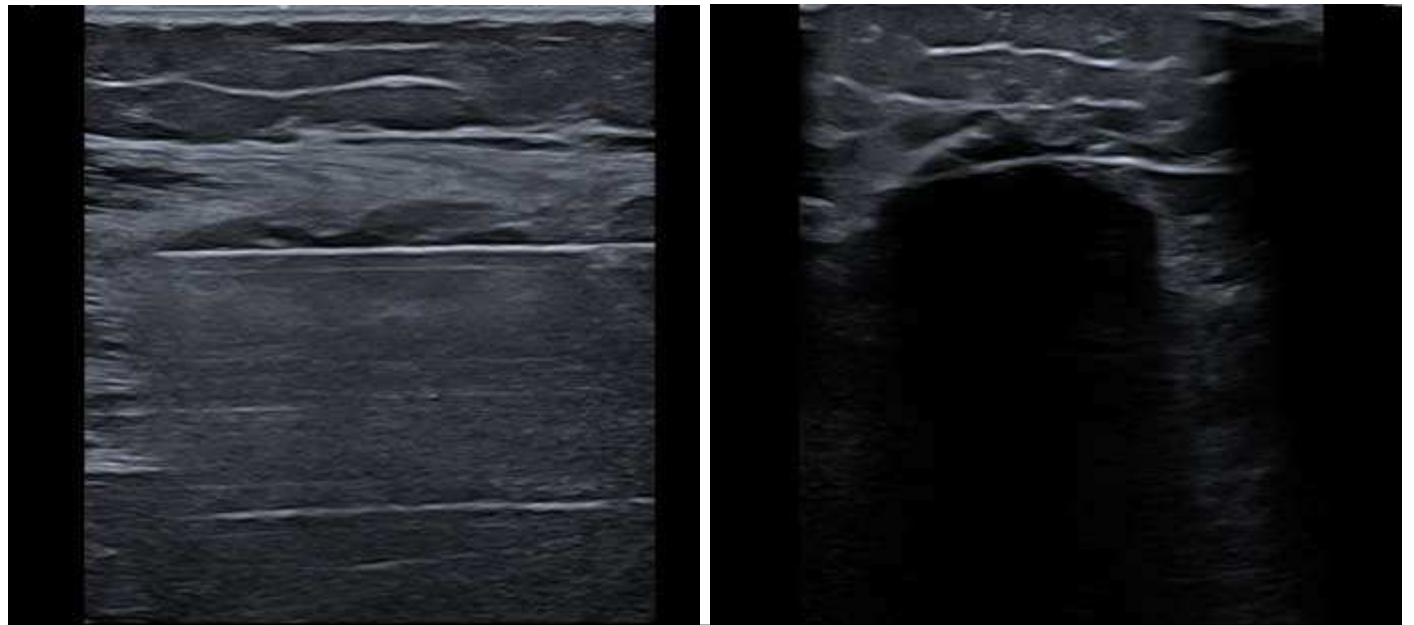


Fig 20 y 21. Imágenes de ecografía durante el procedimiento de crioablación que constata la correcta colocación de la sonda y la posterior formación de la bola de hielo.

CASO Nº2

Niña de 15 años con aumento de tamaño a nivel de tríceps izquierdo doloroso a la palpación de unos 5 años de evolución sobre la que se realiza ecografía

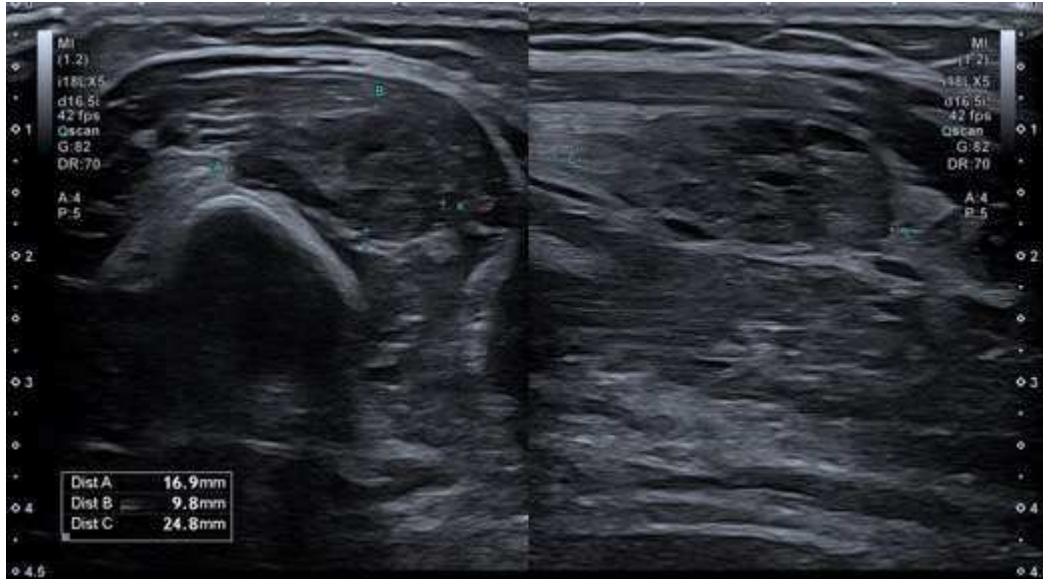


Fig 22. Se evidencia lesión ovoidea intramuscular situada en tríceps distal izquierdo hipoeoica con alguna imagen tubular en su interior de 17 x 10 x 25 mm (ejes TxAPxCC)

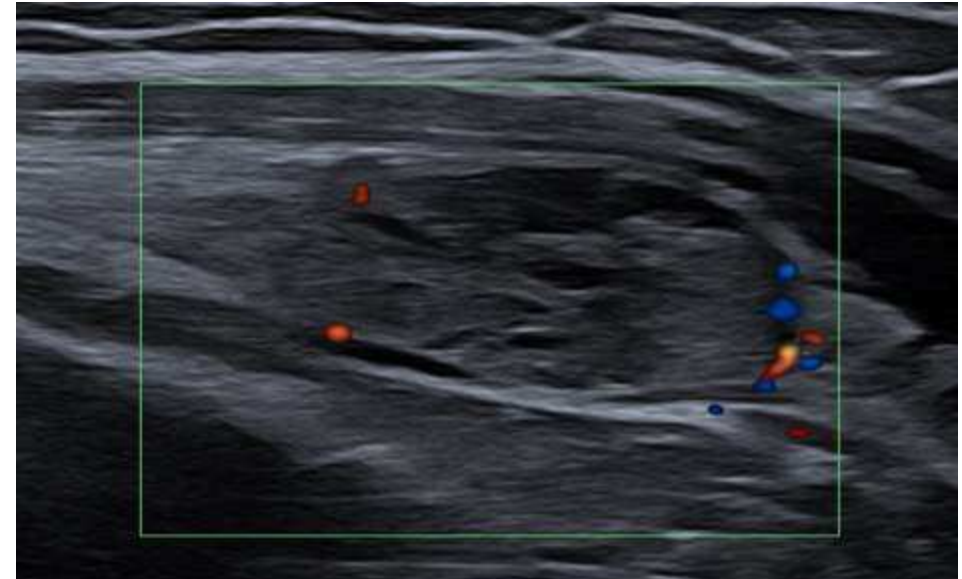


Fig 23. La lesión en modo Doppler presenta una escasa vascularización con patrón predominantemente venoso no pulsátil y escaso flujo arterial

CASO Nº2

Se realiza RM con CIV que confirma la presencia de una malformación vascular de tipo venoso en el tríceps

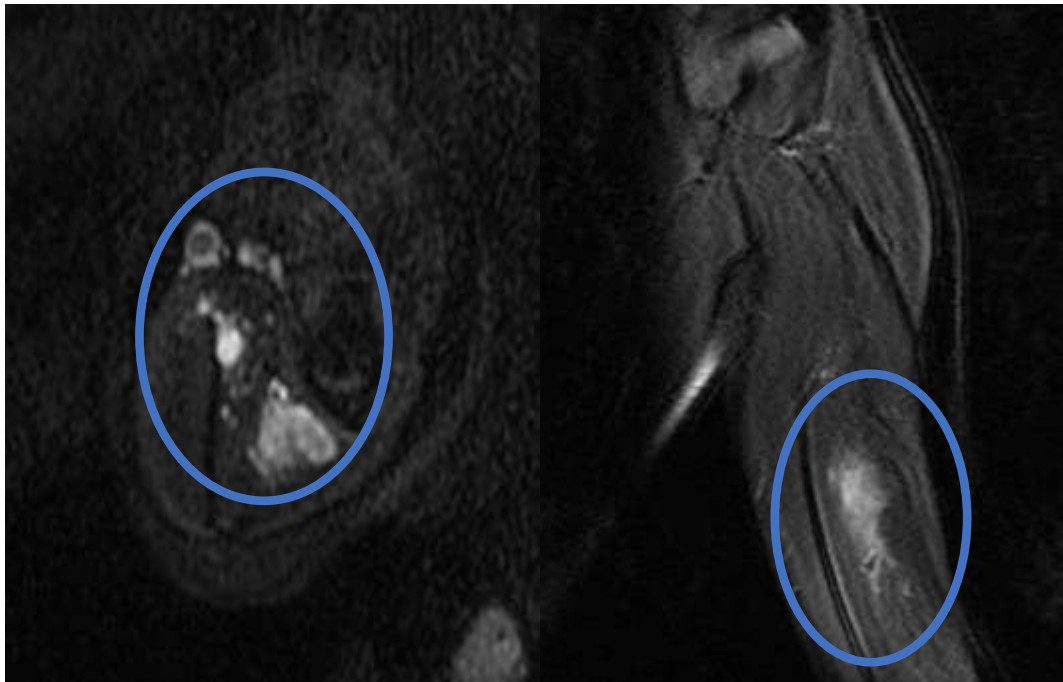


Fig 24. Cortes axial y coronal en secuencia T2 FAT-SAT que demuestra lesión con estructuras serpiginosas hiperintensas susceptible de estructuras venosas

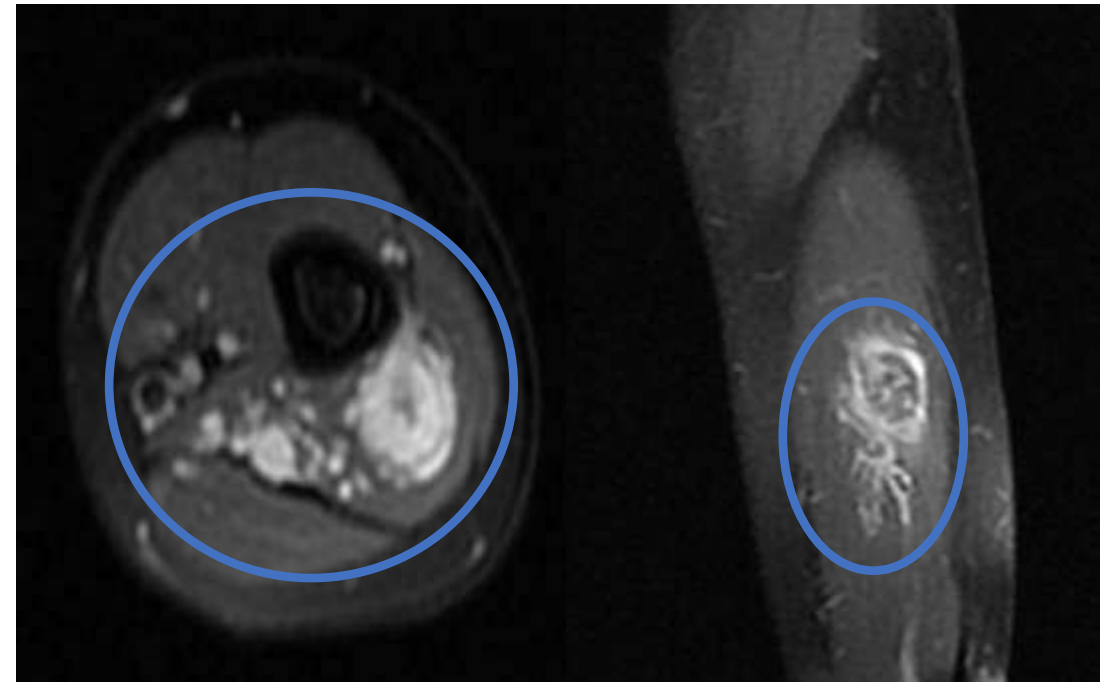


Fig 25. Cortes axial y coronal en T1 FAT-SAT tras administración de CIV que demuestra captación de los vasos eferentes y defecto de repleción central sugestivo de trombo

CASO Nº2

Se decide tratamiento por crioablación ecoguiado comprobándose cobertura total por la bola de hielo de la lesión durante el procedimiento

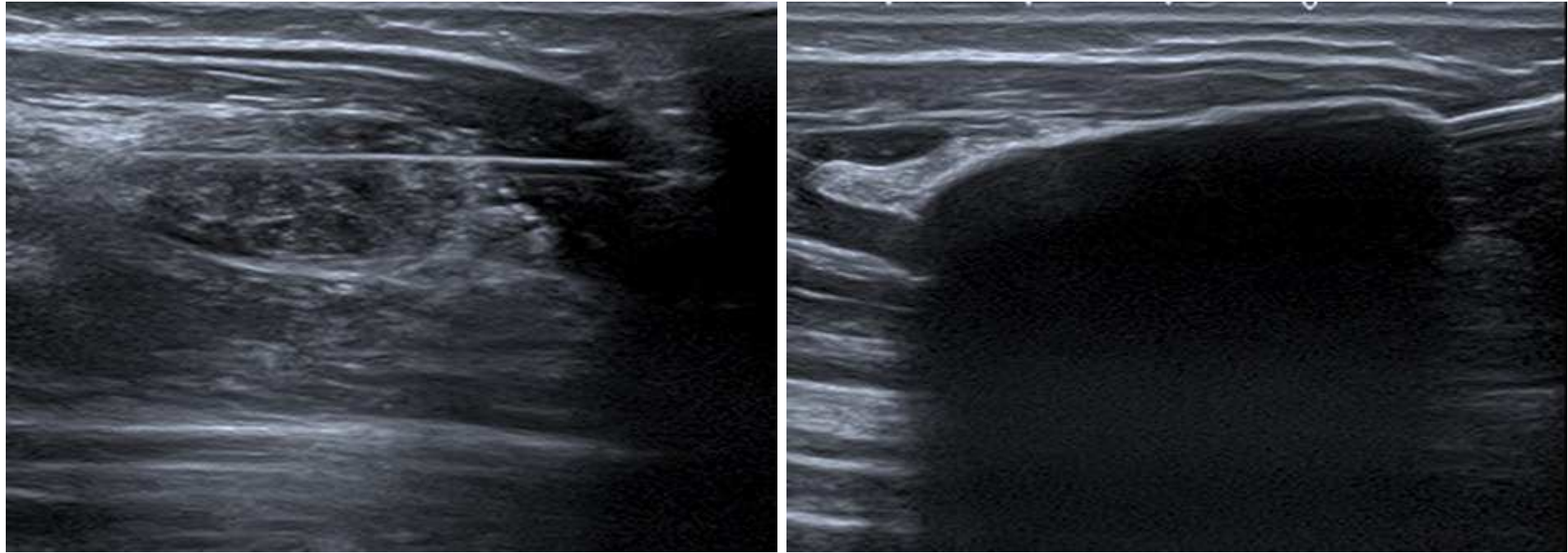


Fig 26 y Fig 27. Imágenes de la ecografía realizada durante el procedimiento de crioablación de la malformación venosa en músculo tricipital

CASO Nº2

Se realiza ecografía control a los 5 meses del procedimiento:

Área hiperecogénica en banda y sin flujo Doppler en su interior en relación con atrofía de la malformación vascular secundaria al tratamiento

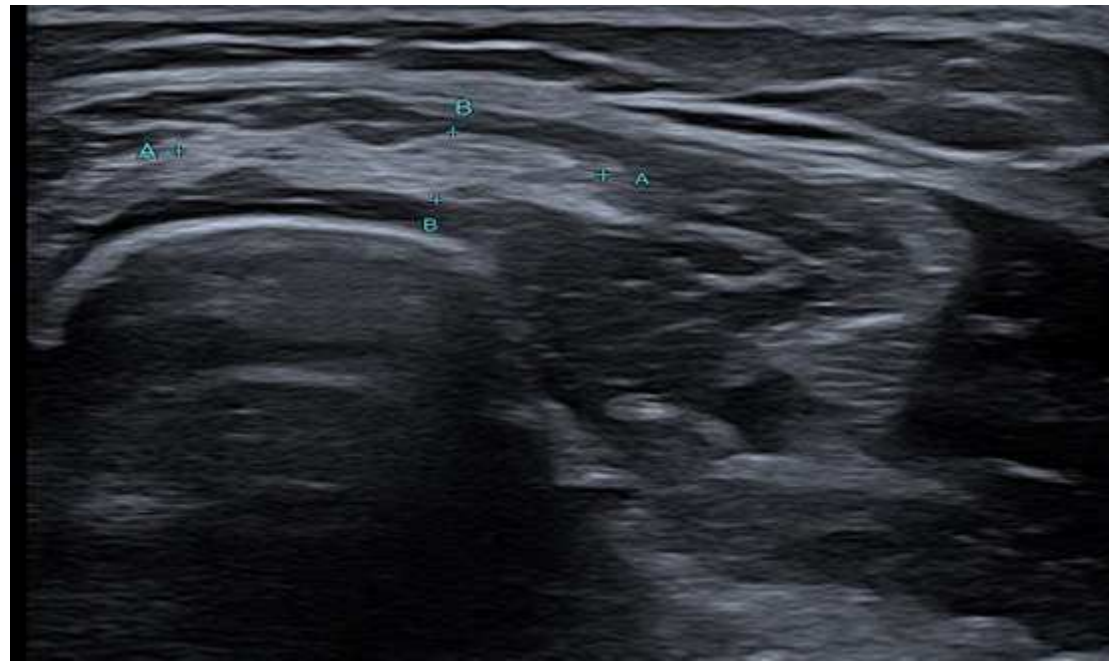


Fig 28. Ecografía que demuestra la presencia de una banda hiperecogénica adyacente al radio donde previamente asentaba la malformación venosa y que es sugestiva de cambios fibróticos post-tratamiento

CASO Nº3

Niño de 14 años con bulto en cara anterior de rótula izquierda móvil y no adherido a planos profundos. Lo nota desde hace 7 años con dolor actualmente y se realiza ecografía

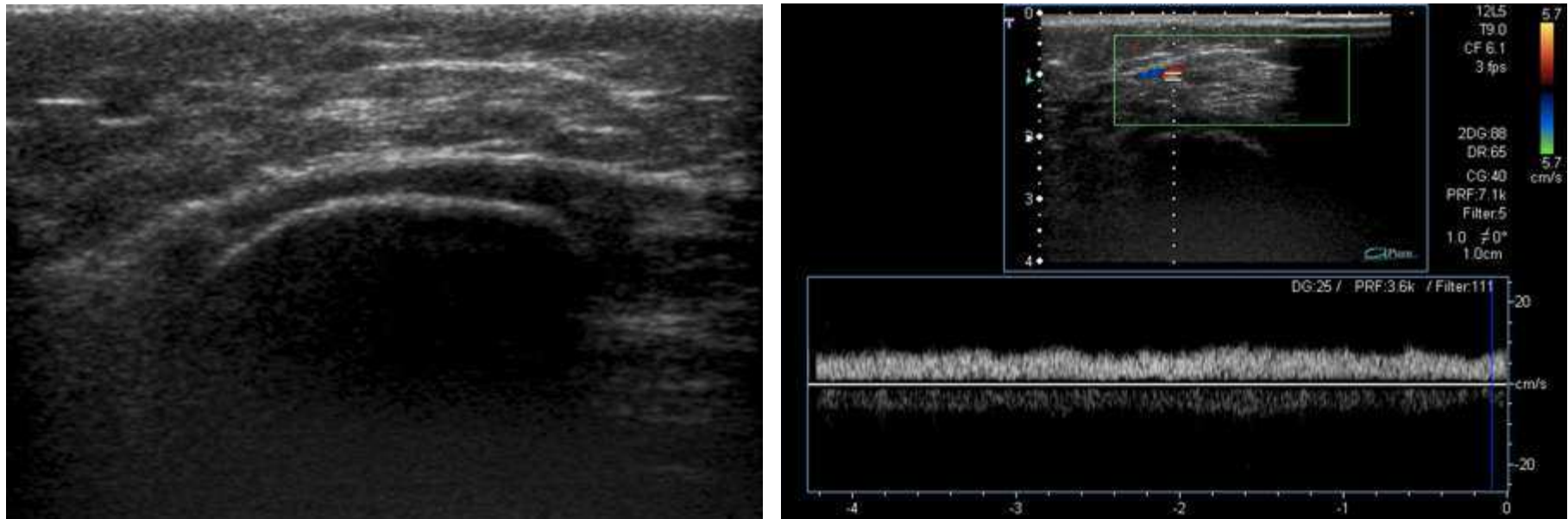


Fig 29 y Fig 30. Imágenes de la ecografía realizada con área de leve alteración de la ecogenicidad, sin límites definidos. En la cara anterior del muslo se identifican pequeñas áreas anecoicas que corresponden a vasos anómalos con flujo de carácter venoso

CASO Nº3

Se realiza RM con CIV concluyéndose la presencia de una malformación venosa de tipo plexiforme difusa en el tejido celular subcutáneo de la cara medial de la rodilla derecha

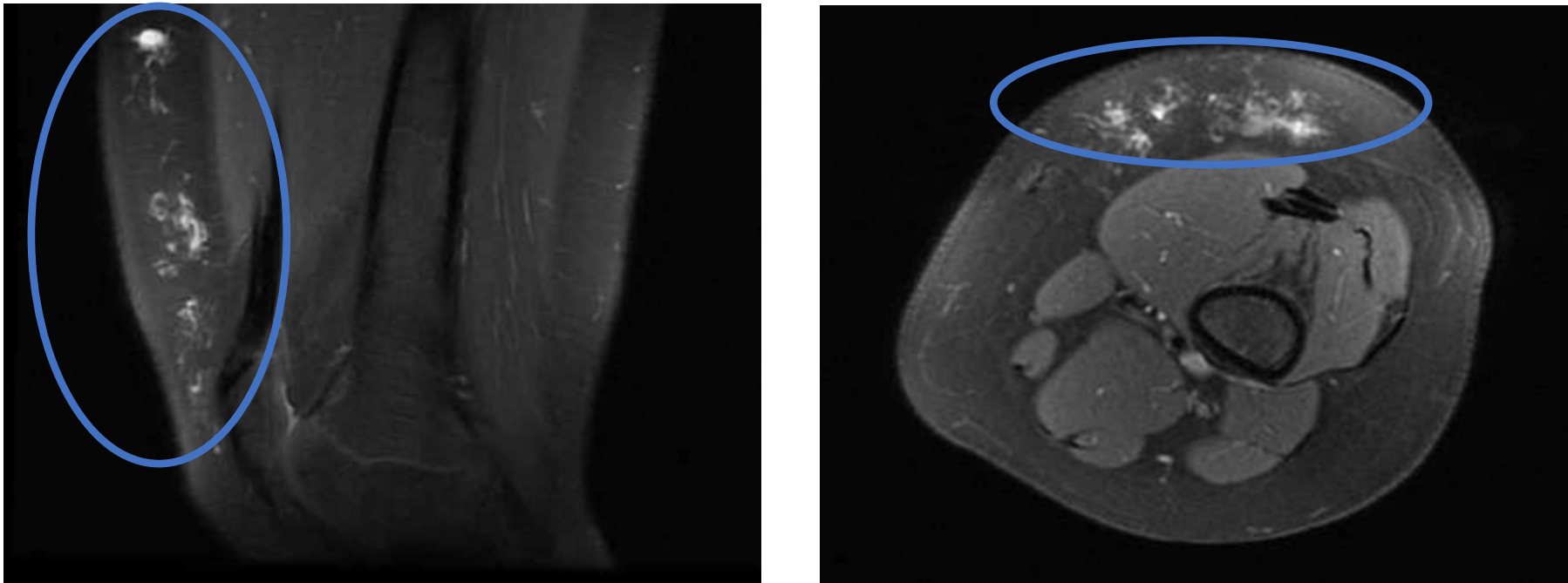


Fig 31. Secuencias en sagital y axial T2 donde se identifican múltiples imágenes serpiginosas que se entremezclan con el tejido celular subcutáneo sin aparente encapsulamiento y que parecen drenar a través de una vena de aspecto displásico que es tributaria de la vena safena mayor

CASO Nº3

Se realiza tratamiento de la lesión mediante esclerosis avanzando supraselectivamente con catéter de 4F a las distintas ramificaciones de la malformación y se esclerosa mediante etoxiesclerol al 2% en espuma.

Tras control flebográfico se comprueba persistencia de canalículos abiertos en la malformación por lo que se introduce 5 cc de alcohol absoluto

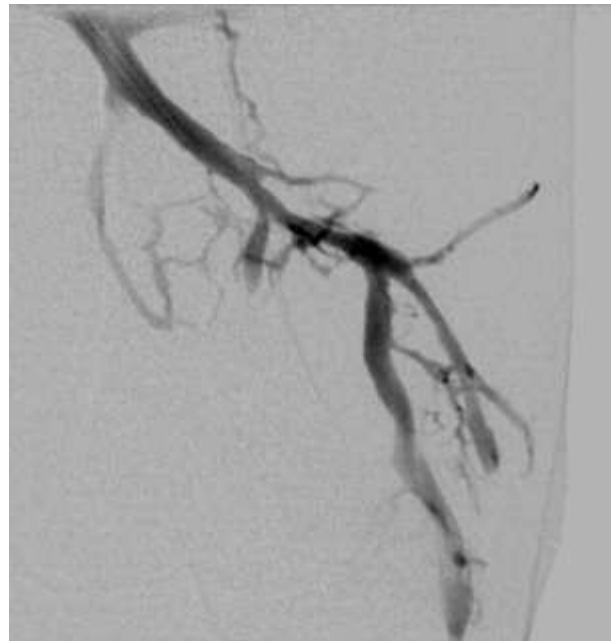


Fig 32 y Fig 33. Imágenes de flebografía durante el procedimiento de esclerosis donde se constata la existencia de malformación venosa con múltiples canalículos displásicos

CASO N°3

En la ecografía de control tras la esclerosis se objetiva persistencia de la malformación con trombosis en una de las venas displásicas en probable relación con cambios post-tratamiento

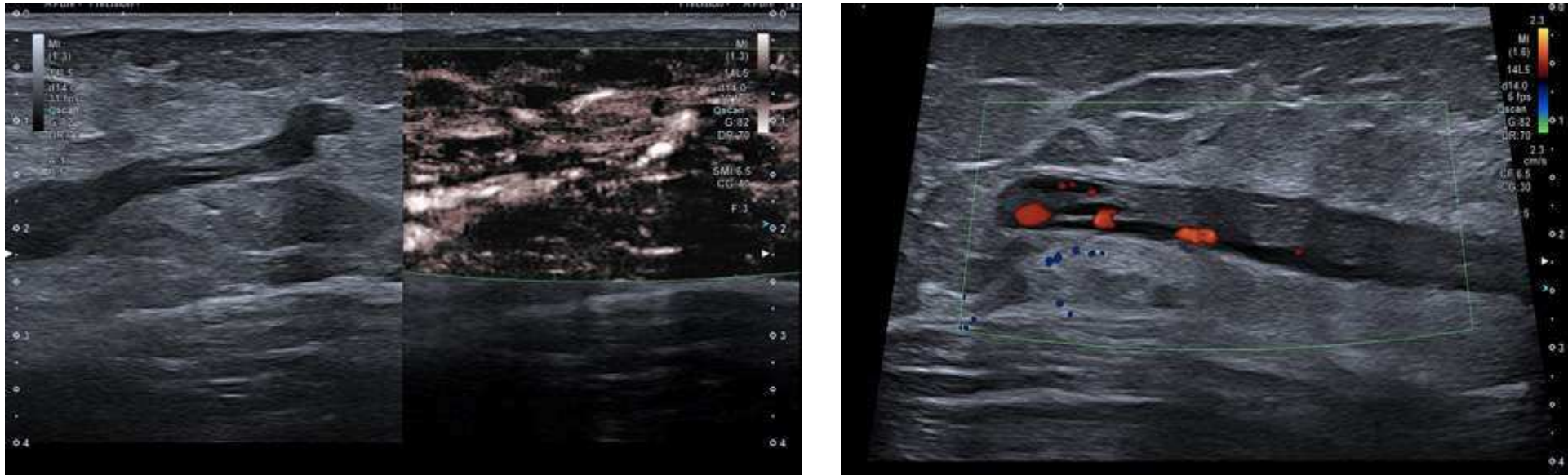


Fig 34 y 35. Ecografías de control en modo Doppler SMI y Doppler color que evidencian trombosis en uno de los vasos componentes de la malformación venosa

CASO Nº3

En la RM consecutiva se objetiva un aumento del calibre con mayor tortuosidad de los vasos serpiginosos que la forman y aumento en el calibre de la vena principal de drenaje

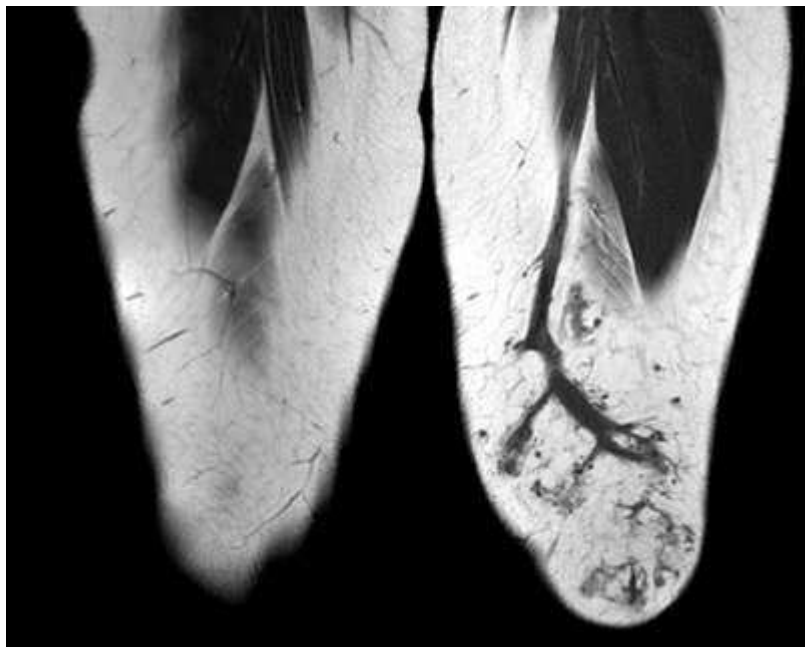


Fig 36. Secuencia en T1 plano coronal de la malformación

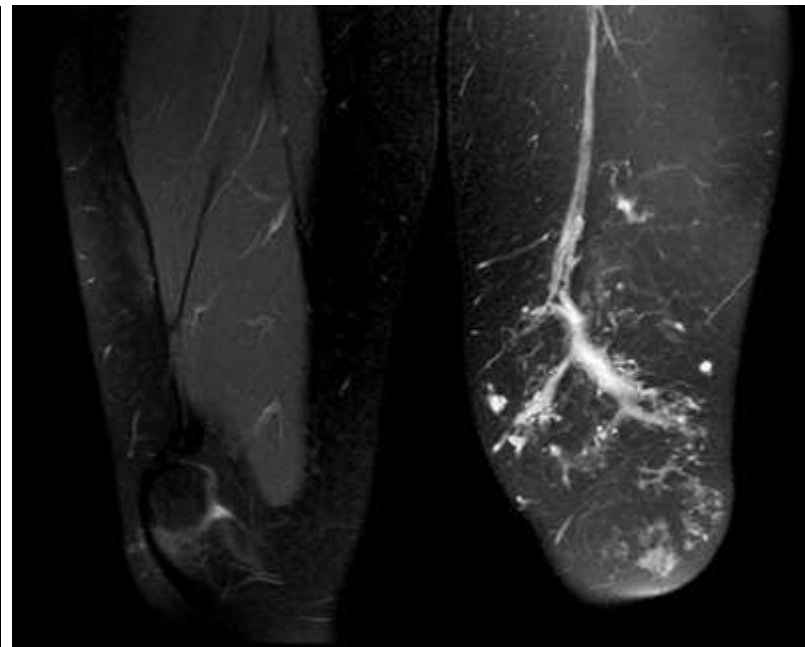


Fig 37. Secuencia con supresión grasa (SPIR) en plano coronal de la malformación

CASO Nº3

Dada la falta de respuesta de la lesión a dos ciclos de escleroterapia se decide tratamiento crioablativo guiado por TC



Fig 38 y Fig 39. Imágenes en plano coronal del procedimiento de crioablación guiada por TC que requirió la colocación de 6 sondas para cubrir la totalidad de la lesión

CASO Nº3

Se cita al paciente en revisión que relata dolor esporádico durante la actividad física pero con mejoría evidente después del último procedimiento. En exploración física se constata hipertrofia grasa sin edema significativo

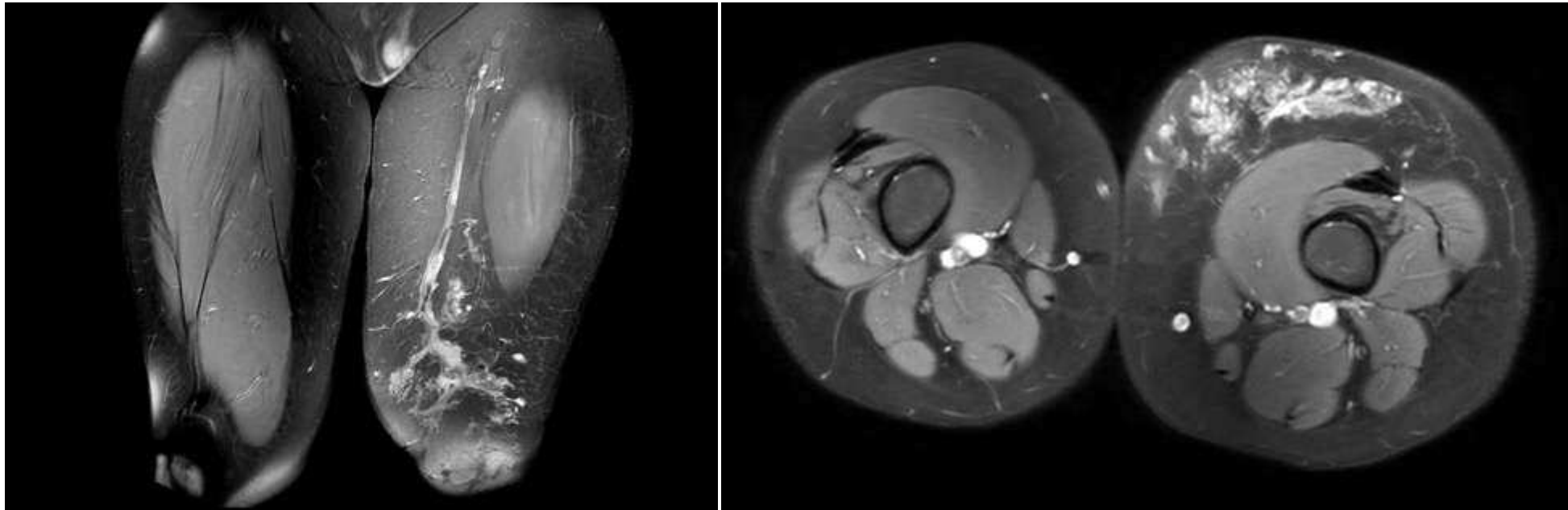


Fig 40 y Fig 41. RM en plano coronal y axial con secuencias con supresión grasa control tras crioablación donde se siguen identificando estructuras vasculares serpiginosas con vacíos de señal que probablemente corresponden con trombosis/flebolitos post-tratamiento

CASO Nº4

Niña de 11 años con malformación venosa en cara anterior de rodilla derecha embolizado hace 2 años

Acude a urgencias por aumento de dolor y tamaño y se realiza ecografía para descartar complicación

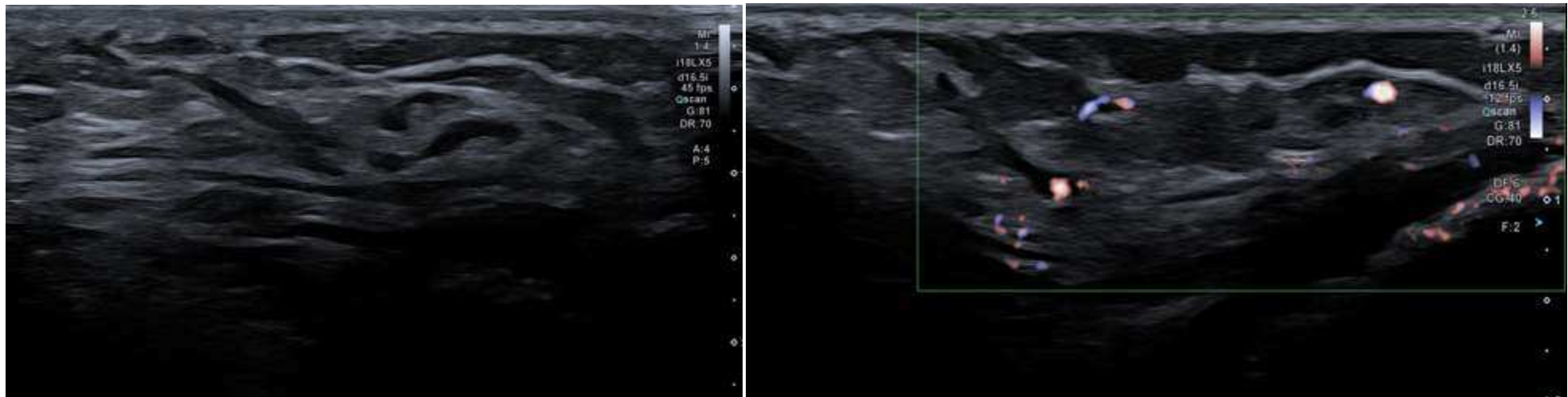


Fig 42 y Fig 43. Ecografía realizada que muestra aumento de tejido ecogénico en región patelar del miembro inferior derecho con pequeñas venas tortuosas con flujo lento no pulsátil, compatible con malformación venosa v.s restos post-tratamiento

CASO Nº4

La RM confirma malformación venosa de tipo plexiforme y difusa en tejido celular subcutáneo y dermis de la cara medial de la rodilla derecha

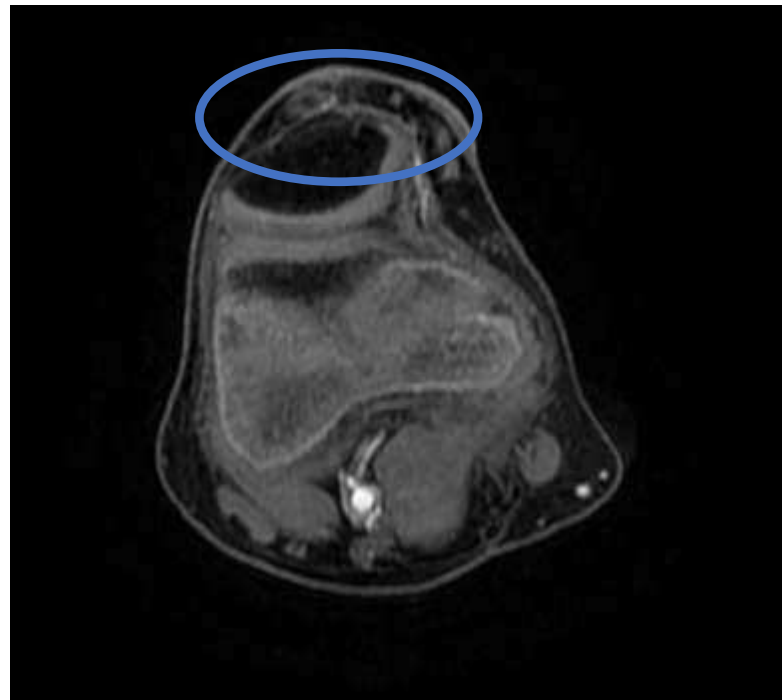


Fig 44. Plano axial de RM con CIV que muestra pequeña lesión vascular con captación en fase venosa

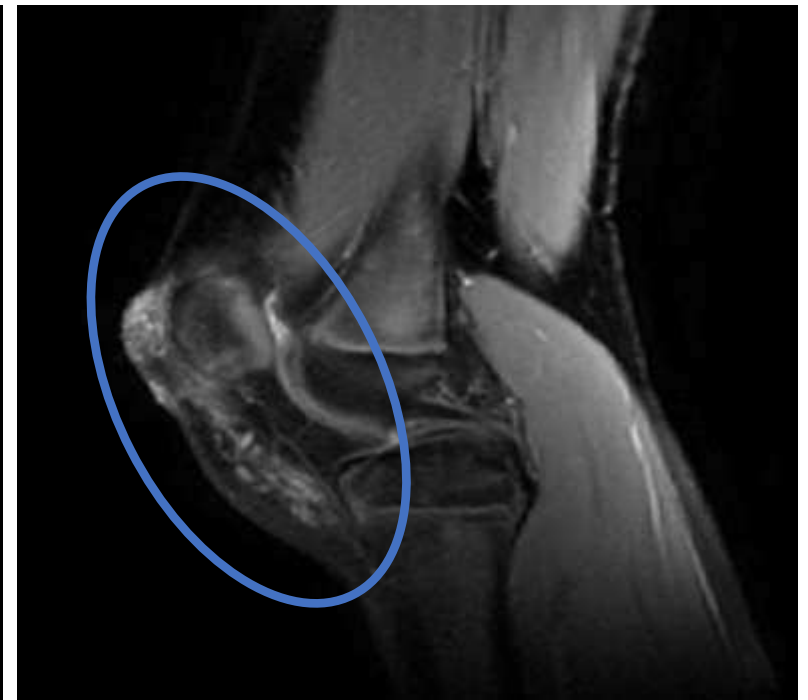


Fig 45. Imágenes tubulares serpiginosas en el tejido celular subcutáneo de la cara medial de la rodilla, confluentes en venas displásicas

CASO Nº4

Se decide tratamiento inicial con esclerosis llevándose a cabo dos ciclos sin repuesta terapéutica satisfactoria. Se ofrece la posibilidad de tratamiento con crioablación y la familia se muestra conforme

Tres meses después del procedimiento se realiza interconsulta telefónica a lo que la paciente refiere que el dolor ha cedido pero se mantiene una zona de hipoestesia



Fig 46. Reconstrucción 3D de las imágenes de TC durante el procedimiento de ablación

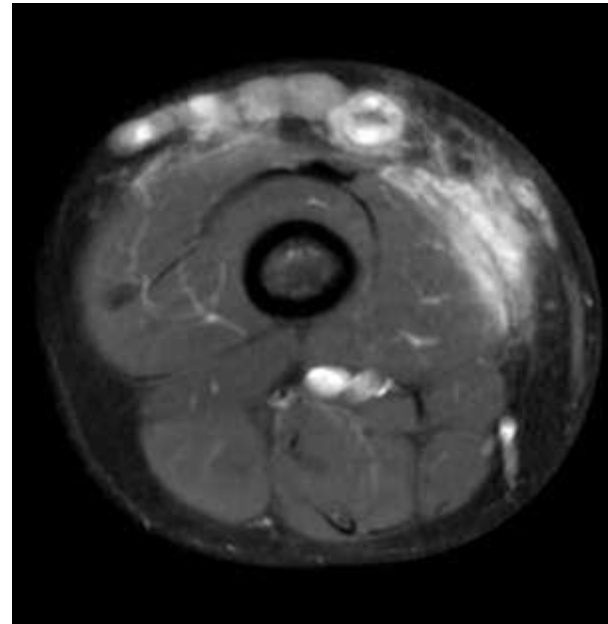


Fig 47. Secuencias axial y coronal ponderadas en T2 que muestran aumento en las dimensiones de la malformación y signos de tromboflebitis en vena tributaria

Nº	Edad (años)	Sexo	Tipo de malformación venosa	Localización de la malformación	Procedimientos previos	Resultado tras crioblación
1	12 años	M	FAVA	Pantorrilla (músculo gastrocnemio)	No	No control por imagen. Clínicamente presenta inflamación y necrosis superficial
2	14 años	F	Espongiforme	Muslo (músculo recto femoral)	No	Lesión residual sin evidencia de vascularización interna. Mejoría clínica significativa
3	15 años	F	Espongiforme	Brazo (músculo tricipital)	No	Disminución del tamaño de la lesión. Mejoría clínica significativa
4	11 años	F	Plexiforme	Rodilla (región prerotuliana)	Sí (dos sesiones de escleroterapia)	Crecimiento de la lesión con trombosis de los vasos de la malformación. Relativa mejoría clínica aunque presente disestesias y endurecimiento de la zona
5	14 años	M	Plexiforme	Rodilla (región prerotuliana)	Sí (dos sesiones de escleroterapia)	Estabilidad en el tamaño de la lesión con trombosis de los vasos de la malformación. Dolor esporádico y aumento de partes blandas en la zona

Tabla 2. Tabla demográfica resumen de los procedimientos llevados a cabo en nuestro centro y de los resultados obtenidos

RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN NUESTRO CENTRO:

MALFORMACIÓN TIPO ESPONGIFORME



Los pacientes que presentaban malformaciones de tipo espongiforme experimentaron tras el procedimiento una mejoría clínica y estética relevante con disminución del dolor, de la inflamación y de la limitación funcional

MALFORMACIÓN TIPO PLEXIFORME



Aquellos pacientes con malformaciones de tipo plexiforme presentaron tras el procedimiento una importante inflamación y seguían presentando en los controles clínicos sucesivos dolor relativo en la zona sobre todo con la actividad física. En los controles por imagen se evidenció un aumento significativa de la lesión en uno de ellos y en el otro estabilidad del tamaño de la lesión con trombosis de los vasos malformativos y nutricios aferentes. Además, sobre estos pacientes se realizaron varios procedimientos de esclerosis previa por lo que probablemente se traten de lesiones mas refractarias también a otros tratamientos

MALFORMACIÓN TIPO FAVA



Con respecto al único paciente con malformación venosa tipo FAVA realizado en nuestro centro carecemos de un seguimiento prospectivo adecuado ya que el procedimiento se realizó durante los últimos meses de este estudio. En el periodo post-crioablación inmediato se objetivó importante inflamación y necrosis cutánea superficial

CONCLUSIONES

- 1.) La crioablación se presenta como una alternativa segura, mínimamente invasiva y efectiva a las terapias convencionales para el tratamiento de algunas lesiones vasculares de bajo flujo que sean accesibles y en pacientes pediátricos seleccionados
- 2.) La indicación más establecida en la literatura es la anomalía vascular fibroadiposa (FAVA)- *en el único caso que hemos tratado de esta entidad, el paciente experimentó una inflamación de larga duración, con un significativa mejoría del dolor basal pero con disestesias post-procedimiento que requirieron tratamiento médico con gabapentina*
- 3.) Parecen existir algunas diferencias en el comportamiento radiológico post-procedimiento dependiendo del tipo de malformación venosa aislada, con mejores resultados preliminares en las de tipo espongiiforme y peores en las de tipo plexiiforme
- 4.) La frecuencia de efectos adversos durante y después del procedimiento es baja y normalmente son complicaciones locales menores- *el menor espesor del subcutáneo y por tanto mayor proximidad de la bola de hielo con la piel y las estructuras nerviosas hace que haya que extremar las precauciones a través de las medidas de protección local en pacientes pediátricos*
- 5.) Son necesarios estudios con mayor número de casos para confirmar esta experiencia preliminar

REFERENCIAS

- Wassef, M., Blei, F., Adams, D., Alomari, A., Baselga, E., Berenstein, A., Burrows, P., Frieden, I. J., Garzon, M. C., Lopez-Gutierrez, J. C., Lord, D. J., Mitchel, S., Powell, J., Prendiville, J., Vikkula, M., & ISSVA Board and Scientific Committee (2015). Vascular Anomalies Classification: Recommendations From the International Society for the Study of Vascular Anomalies. *Pediatrics*, 136(1), e203–e214. <https://doi.org/10.1542/peds.2014-3673>
- Erinjeri, J. P., & Clark, T. W. (2010). Cryoablation: mechanism of action and devices. *Journal of vascular and interventional radiology : JVIR*, 21(8 Suppl), S187–S191. <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2009.12.403>
- Mahler, C., DiFatta, J., Mitta, P., Huang, J., Gunn, A. J., Kafchinski, L., & Raja, J. (2025). Safety, feasibility, and technical success of percutaneous cryoablation to treat vascular anomalies of the extremities. *Clinical radiology*, 89, 107017. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2025.107017>
- Duteau, V., Espitia, O., Perret, C., Durant, C., Douane, F., Toquet, C., & David, A. (2022). Cryoablation of Soft Tissues Low-Flow Vascular Malformations: Clinical Outcomes and Safety. *Cardiovascular and interventional radiology*, 45(12), 1784–1792. <https://doi.org/10.1007/s00270-022-03247-3>
- Schmitt, N., Lorenz, J., Wucherpennig, L., Karimian-Jazi, K., Ruping, F., Ristow, O., Hoffmann, J., Günther, P., Bendszus, M., Möhlenbruch, M. A., & Vollherbst, D. F. (2026). Efficacy, safety and predictive factors for outcomes and adverse events in sclerotherapy for venous malformations in children. *Journal of pediatric surgery*, 61(1), 162774. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2025.162774>
- Fish, A., Moushey, A., Chan, S. M., Staib, L., Marino, A., & Schlachter, T. (2022). Cryoablation of Venous Malformations: A Systematic Review. *Journal of vascular and interventional radiology : JVIR*, 33(8), 993–1000. <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2022.04.010>