

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE MEDICINA
ESPECIALIZACIÓN EN CIRUGÍA PLÁSTICA, RECONSTRUCTIVA Y
ESTÉTICA**

**FASCITIS NECROSANTE EN REGIÓN INGUINAL EN UN LACTANTE DE
UN MES DE EDAD. INTERVENCIÓN INNOVADORA CON CÁMARA
HIPERBÁRICA EN EL HOSPITAL PEDIÁTRICO BACA ORTIZ. REPORTE
DE UN CASO Y REVISIÓN DE LITERATURA.**

AUTOR

José Luis Obando Navas

DIRECTOR

Dr. José Julio Bracho Torres

ASESOR METODOLÓGICO

Dr. Fausto Gady Torres Toala

QUITO, 2023

Agradecimiento

En este rincón de mi camino, en esta página de mi vida, me encuentro profundamente agradecido y con el corazón rebosante de emoción al mirar atrás y contemplar el sendero que he recorrido, no puedo evitar pensar en cada uno de ustedes, los pilares que han sostenido mi paso vacilante y la melodía que ha alegrado mis días.

A ti mi amada esposa Diana te agradezco por tu compañía, por tu fuerza en los momentos difíciles, tú has sido mi refugio, mi confidente y mi amor eterno.

A mis adorados hijos, Emma y Pablo, les expreso mi gratitud por su luz, por su risa contagiosa que llena mi corazón de alegría, por su amor puro y sincero que me recuerda la belleza de la vida.

A mis queridos padres, Aida y José, les doy las gracias por haberme guiado con sabiduría y paciencia, por inculcarme los valores que han sido mi brújula en este viaje y por ser un apoyo incondicional en cada desafío.

A mis suegros, Zoila y César, les agradezco por haberme acogido en su familia con los brazos abiertos y por enriquecer mi vida con su cariño y amistad.

A mis hermanos, Ramiro y Verónica quienes son faros de inspiración en mi camino, les doy las gracias por ser ejemplos de superación y por compartir sus consejos y amor incondicional.

Quiero expresar mi sincero agradecimiento al Hospital Pediátrico Baca Ortiz y a todo el equipo de Cirugía Plástica y la Unidad de Quemados. Su trabajo desinteresado y su destacado compromiso humano no solo me brindaron valiosas amistades, sino que también hicieron posible la realización de este trabajo.

Y a todos mis maestros y amigos que han dejado su huella en mi corazón durante mi postgrado, les expreso mi profundo agradecimiento por haberme permitido crecer como persona y profesional. Ustedes han sido la brújula intelectual que me ha guiado y la red de apoyo que me ha sostenido.

Cada uno de ustedes ha sido una parte vital de mi historia, un capítulo enriquecedor en este libro llamado vida.

Con sincera gratitud y afecto.

José Luis Obando Navas

Dedicatoria

Esta revisión está dedicada a todos los médicos interesados en el tema de la fascitis necrosante y la investigación médica. Su compromiso y pasión por la mejora de la atención médica son el motor que impulsa avances en la comprensión y el tratamiento de esta enfermedad grave. Con la esperanza de que este trabajo contribuya a la disminución de la morbilidad y mortalidad de los pacientes que enfrentan infecciones graves, les expreso un sincero agradecimiento por su dedicación incansable y su valioso servicio a la comunidad médica y a aquellos que dependen de su experiencia

Tabla de Contenidos

Resumen.....	x
Abstract	xi
Introducción	1
CAPÍTULO I.....	3
1. Problema de investigación	3
1.1 Justificación.....	3
1.2 Planteamiento del problema	4
1.3 Formulación del problema.....	6
1.4 Objetivos	6
1.4.1 Objetivo general.....	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
CAPÍTULO II	7
2. Marco Teórico	7
2.1 Fascitis Necrosante.....	7
2.1.1 Historia.....	7
2.1.2 Concepto	8
2.1.3 Epidemiología	8
2.1.4 Etiología y clasificación.....	9
2.1.5 Fisiopatología.....	10
2.1.6 Factores de riesgo.....	11
2.1.7 Diagnóstico	13
2.1.8 Exámenes complementarios.....	15
2.1.8.1 Laboratorio.....	15

2.1.8.2 Imágenes	15
2.1.9 Manejo y tratamiento	17
2.1.9.1 Reanimación guiada por metas	17
2.1.9.2 Antibioticoterapia	17
2.1.9.3 Desbridamiento	18
2.1.10 Tratamientos coadyuvantes	20
2.2 Oxigenoterapia con cámara hiperbárica	21
2.2.1 Historia.....	21
2.2.2 Generalidades	22
2.2.3 Mecanismo de acción.....	23
2.2.4 Indicaciones.....	25
2.2.5 Contraindicaciones	30
2.2.6 Complicaciones	31
CAPÍTULO III	33
3. Metodología	33
3.1 Tipo de estudio	33
3.2 Procedimiento de recolección de información	33
3.3 Plan de análisis	33
3.4 Aspectos bioéticos	34
CAPÍTULO IV	35
4. Descripción del Caso.....	35
4.1 Datos de Filiación:.....	35
4.2 Antecedentes familiares y personales:.....	35
4.3 Evolución y complicaciones.....	36
4.5 Resumen cronológico de la evolución del caso clínico.....	41
CAPÍTULO V	47
5. Análisis y Discusión.....	47

CAPÍTULO VI.....	58
6. Conclusiones y Recomendaciones	58
6.1 Conclusiones	58
6.2 Recomendaciones	61
7. Bibliografía	62
8. Anexos	68

Lista de tablas

Tabla 1: Indicaciones para terapia de oxígeno hiperbárico según la UHMS	25
Tabla 2: Recomendaciones sobre la indicación aceptada para el tratamiento de oxígeno hiperbárico.....	28
Tabla 3: Recomendaciones sobre las indicaciones no aceptadas para el OHB.....	29
Tabla 4: Recomendaciones sobre las indicaciones para las que no debe utilizarse el OHB	29
Tabla 5: Resumen cronológico de la evolución del caso clínico en el Hospital Pediátrico Baca Ortiz	42

Lista de Imágenes

Imagen 1: Eritema cutáneo con presencia de flictena serohemática.....	37
Imagen 2: Necrosis cutánea	38
Imagen 3: Herida después de primera limpieza quirúrgica.....	38
Imagen 4: Herida después de cuarta limpieza quirúrgica	39
Imagen 5: Herida después de dos sesiones con cámara hiperbárica.....	40
Imagen 6: Plastia de herida	41

Lista de Anexos

Anexo 1: Factibilidad técnica aprobada del proyecto por parte del Hospital
Pediátrico Baca Ortiz 68

Anexo 2: Carta de exención emitida por el Comité de Ética de Investigación en Seres
Humanos del Hospital Pediátrico Baca Ortiz..... 72

Resumen

La fascitis necrosante (FN) es una patología compleja que implica la infección bacteriana grave de tejidos blandos que afecta la fascia superficial y profunda y que tiene una evolución rápida que puede ir de horas a días. El diagnóstico y tratamiento temprano son fundamentales para asegurar un pronóstico favorable de un paciente con esta patología. Sin embargo, la identificación de esta enfermedad en estadios tempranos es considerada un desafío incluso para médicos experimentados debido a la rareza de su presentación que ocasiona que el personal médico no esté familiarizado con los signos y síntomas. A esto hay que añadirle el hecho de que los síntomas que generalmente se observan como eritema, edema y dolor suelen estar presentes en cualquier proceso infeccioso lo que retrasa un diagnóstico temprano.

El tratamiento adecuado consiste en la administración adecuada de antibioticoterapia y el desbridamiento quirúrgico junto con reanimación hídrica de ser necesario. Cuando el paciente no evoluciona de la manera esperada a pesar de estar recibiendo tratamiento, es necesario pensar en terapias complementarias que puedan servir para mejorar el pronóstico. Una de estas terapias complementarias consiste en la administración de oxígeno hiperbárico a través de una cámara hiperbárica.

Se presenta el caso de una paciente de un mes de edad que ingresa a emergencias del Hospital Pediátrico Baca Ortiz transferida por una hernia incarcerada y que fue resuelta quirúrgicamente. En su evolución postquirúrgica se presenta un cuadro atípico de FN. La paciente recibió tratamiento basado en antibioticoterapia y desbridamiento quirúrgico, pero al no evolucionar favorablemente su herida se decide el tratamiento complementario con cámara hiperbárica, lo que permitió el control de la infección y mejorar la calidad de los tejidos siendo posible el cierre de la herida, conservado la movilidad funcional y con secuelas estéticas aceptables.

Los resultados del caso de estudio junto con la revisión bibliográfica demuestran que es factible y seguro utilizar cámara hiperbárica como terapia complementaria con resultados favorables para tratar FN en una paciente lactante. Sin embargo, hay que recordar que el uso de oxígeno hiperbárico será ineficaz si el paciente no ha recibido previamente el tratamiento para FN que implica desbridamiento a tiempo y antibioticoterapia.

Palabras Clave: Fascitis necrosante, infección de tejidos blandos, infección necrosante, cámara hiperbárica, terapia de oxigenación, neonatos.

Abstract

Necrotizing fasciitis (NF) is a complex pathology that involves severe bacterial infection of soft tissues that affects the superficial and deep fascia and has a rapid evolution from hours to days. Early diagnosis and treatment are essential to ensure a favorable prognosis for a patient with this pathology. However, identification of this disease in early stages is considered a challenge even for experienced physicians due to the rarity of its presentation which causes health personnel to be unfamiliar with the signs and symptoms. In addition, symptoms that are generally observed such as erythema, edema and pain are usually present in any infectious process, which delays an early diagnosis.

Appropriate treatment consists in administration of antibiotic therapy and surgical debridement and fluid resuscitation if necessary. When the patient does not progress as expected despite receiving treatment, it is necessary to think about complementary therapies that can serve to improve the prognosis. One of these complementary therapies consists in the administration of hyperbaric oxygen through a hyperbaric chamber.

Here we present a case of a one-month-old patient who was admitted to the emergency of the Baca Ortiz Pediatric Hospital, transferred due to an incarcerated hernia and which was resolved surgically. In its post-surgical evolution, an atypical picture of NF is presented. The patient received treatment based on antibiotic therapy and surgical debridement, but as her wound did not evolve favorably, complementary treatment with a hyperbaric chamber was decided, which allowed the control of the infection and improved the quality of the tissues, making it possible to close the wound. functional mobility was preserved and there were acceptable aesthetic sequels.

The outcome of the case study together with the literature review demonstrate that it is feasible and safe to use a hyperbaric chamber as a complementary therapy with favorable results to treat NF in a child. However, it must be remembered that the use of hyperbaric oxygen will be ineffective if the patient has not previously received treatment for NF that involves timely debridement and antibiotic therapy.

Keywords: Necrotizing fasciitis, soft tissue infection, necrotizing infection, hyperbaric chamber, oxygenation therapy, neonates.

Introducción

La fascitis necrosante es una patología compleja que implica la infección bacteriana grave de tejidos blandos que afecta la fascia superficial y profunda. Esta enfermedad desemboca en la necrosis de los tejidos circundantes y puede provocar sepsis, insuficiencia multiorgánica y un desenlace potencialmente mortal (Pasternack & Swartz, 2014; Salati, 2022). Constituye una de las pocas urgencias vitales en la especialidad de cirugía plástica (Beccari & Auquit-Auckbur, 2020). La incidencia de fascitis necrosante es de 0,2 a 6,9 casos por cada 100.000 personas por año en adultos (Hua et al., 2023) y aproximadamente de 0,022 a 0,843 casos por 100.000 niños por año. En efecto, su incidencia en neonatos y pacientes menores de un año es rara y tiene pocas menciones en la literatura. Las tasas de mortalidad en adultos fluctúan entre 4,2% y 75,0%. mientras que en niños algunos estudios presentan tasas entre 0% y 18% (Schroder et al., 2019; Tessier et al., 2020). Además, los pacientes con fascitis necrosante están expuestos a sufrir de discapacidad por necrosis de tejido que puede llegar a pérdida de extremidades. Por ello, el diagnóstico de esta enfermedad y el tratamiento oportuno y adecuado son esenciales para reducir las tasas de morbilidad y mortalidad en estos pacientes.

El tratamiento exitoso para los pacientes con fascitis necrosante consiste en un diagnóstico temprano de la enfermedad, la administración adecuada de antibioticoterapia y el desbridamiento quirúrgico junto con reanimación hídrica de ser necesario. Sin embargo, la aplicación del tratamiento adecuado es generalmente aplazado debido a un diagnóstico erróneo, a un retraso en la decisión de realizar el proceso quirúrgico, o debido a poca accesibilidad a quirófano (Sartelli et al., 2021). De hecho, se estima que sólo entre un 15% y un 34% de pacientes con fascitis necrosante reciben un diagnóstico correcto y a tiempo (Salati, 2022).

El retraso en el tratamiento puede ocasionar que se incremente el riesgo de morbilidad y mortalidad. En los casos de fascitis necrosante el tiempo es tejido por lo que la cooperación de especialistas en enfermedades infecciosas, intensivistas y cirujanos plásticos, entre otras especialidades, es esencial para el tratamiento de pacientes graves. Asimismo, se hace precisa la búsqueda de tratamientos

complementarios que puedan ayudar a reducir la morbilidad y mortalidad. Uno de los tratamientos que están siendo recomendados por organismos internacionales como el Undersea and Hyperbaric Medical Society o, el consenso europeo del European Committee of Hyperbaric Medicine es la oxigenoterapia a través de cámara hiperbárica (Blatteau et al., 2019). Varios autores coinciden que el suministro de oxígeno a través de cámara hiperbárica tiene efectos positivos frente a la fascitis necrosante debido a su efecto bactericida y transporte de oxígeno hacia áreas isquémicas. No obstante, las indicaciones de cámara hiperbárica no se encuentran bien definidas, en especial en niños, debido a la falta de evidencia a través de ensayos controlados aleatorios. Por este motivo, se hace necesario revisar la literatura actualizada sobre manejo de fascitis necrosante y uso de cámara hiperbárica, en especial en poblaciones pediátricas para determinar los resultados de aplicar este tratamiento complementario.

Este estudio reporta el caso de un lactante de un mes de edad que ingresó al Hospital Pediátrico Baca Ortiz, quien presentó fascitis necrosante en región inguinal y que no evolucionó de la manera esperada bajo tratamiento de antibioticoterapia de amplio espectro y desbridamiento quirúrgico. Por este motivo, el Servicio de Cirugía Plástica decidió utilizar, por primera vez en la institución, cámara hiperbárica como tratamiento complementario.

A continuación, se presenta el manejo clínico-quirúrgico junto con el resultado de haber utilizado cámara hiperbárica como tratamiento complementario. Al mismo tiempo, se presenta una revisión de la literatura actualizada tanto de fascitis necrosante como de cámara hiperbárica como tratamiento complementario, en especial en pacientes pediátricos.

CAPÍTULO I

1. Problema de investigación

1.1 Justificación

La fascitis necrosante es una patología compleja con alta mortalidad y que tiene el riesgo de provocar lesiones e incapacidad permanente. Se caracteriza por una infección grave de tejidos blandos que se disemina rápidamente mediante la fascia y provoca trombosis en la microcirculación ocasionando necrosis en los tejidos blandos circundantes. Su incidencia en neonatos y pacientes menores de 1 año es rara con menciones breves en la literatura médica. Puede afectar a cualquier parte del cuerpo y está descrita como complicación grave de la onfalitis en neonatos. Clínicamente su inicio se presenta con un eritema leve en la zona afectada por lo que su diagnóstico puede ser difícil y su progresión es rápida, de horas a días, ocasionando lesión importante y necrosis en tejidos antes que un tratamiento efectivo sea iniciado. Su tratamiento es siempre quirúrgico y se necesita de múltiples y extensos desbridamientos quirúrgicos que ocasionan defectos importantes de tejidos blandos por lo que cualquier procedimientos de reconstrucción se convierte en un desafío (Eugenie et al., 2020; Pasternack & Swartz, 2014).

Frente a infecciones bacterianas graves, como en el caso de la fascitis necrosante, organismos internacionales como el consenso norteamericano de la Undersea and Hyperbaric Medical Society (UHMS) o, el consenso europeo del European Committee of Hyperbaric Medicine (ECHM) entre otros, recomiendan el uso de oxigenoterapia como tratamiento complementario. La oxigenoterapia hiperbárica se define como la administración de oxígeno inhalado con fines terapéuticos con presión superior a la atmosférica que tiene como resultados efectos físicos como mejora del transporte de oxígeno en áreas isquémicas, mejora de la microcirculación en zonas mal perfundidas, y efectos biológicos como la inhibición de citoquinas proinflamatorias, además de su efecto antiinfeccioso limitando la proliferación y crecimiento bacteriano por diversos mecanismos. Sin embargo, las indicaciones para el uso de oxigenoterapia por medio de una cámara hiperbárica no están bien definidas especialmente en niños por falta de evidencia, así como por el acceso restringido por su escasa disponibilidad, por lo que se hace necesario valorar el riesgo beneficio para su implementación (Blatteau et al., 2019)

Este estudio de caso pretende documentar los resultados de la decisión del Servicio de Cirugía Plástica de utilizar, por primera vez, cámara hiperbárica en el tratamiento de fascitis necrosante en un paciente de un mes de edad, a pesar de la escasa evidencia y su aplicación poco frecuente, debido a que el paciente no presentó la evolución esperada bajo tratamiento de antibioticoterapia de amplio espectro y desbridamiento quirúrgico. Además, se busca realizar una revisión bibliográfica sobre fascitis necrosante en niños, y el uso de cámara hiperbárica en pediátricos.

1.2 Planteamiento del problema

La fascitis necrosante es una enfermedad grave que requiere manejo hospitalario clínico-quirúrgico. Su evolución puede desembocar en sepsis, insuficiencia multiorgánica y un alto riesgo de mortalidad o incapacidad, incluso con tratamiento (Salati, 2022; Tobeña Rué et al., 2009). Las estadísticas a nivel mundial muestran una tasa de mortalidad promedio de 23% en adultos y 15% en niños (Sarez & Suquilanda, 2023; Singh et al., 2022). La incidencia de infecciones necrosantes en niños se ha visto en aumento en las últimas décadas, por lo que se estima que un médico puede ver al menos un caso de este tipo de infección a lo largo de su carrera (Hua et al., 2023). Esto hace necesario que existan investigaciones científicas que provean información validada sobre el control, manejo y tratamientos complementarios para la fascitis necrosante con el objetivo de mejorar el pronóstico, e inclusive reducir el alto costo sanitario (Pasternack & Swartz, 2014).

Sin embargo, en la literatura son pocas las revisiones sistemáticas y metaanálisis que se pueden encontrar sobre el tema y son menores aquellas relacionadas con población pediátrica. Por lo regular, para el manejo y tratamiento de fascitis necrosante en niños, la mayoría de las recomendaciones provienen de investigaciones realizadas en adultos o de pequeñas series de casos con población pediátrica. Además, la información proviene, en su mayoría, de investigaciones o presentaciones de casos de América del Norte. En una revisión sistemática de fascitis necrosante en niños desde su primera descripción en 1930 al 2018, se recogieron datos de 298 casos, de los cuáles la mayoría eran de América del Norte, Asia y Europa. De la

totalidad de casos, solamente diez provenían de América del Sur, nueve de África y dos de Oceanía (Schroder et al., 2019). Esto pone de manifiesto que no existen suficientes estudios o presentaciones de caso realizados en Latinoamérica sobre esta patología.

Lo mismo ocurre con respecto a tratamientos complementarios que pueden ser útiles para mejorar el pronóstico de los pacientes con fascitis necrosante como es el caso del uso de cámara hiperbárica. Este tratamiento complementario se ha venido utilizando en pacientes con infección necrosante de tejidos blandos desde la década de 1960, pero su uso continúa siendo controvertido (Hedetoft et al., 2021; Levett et al., 2015). Mientras en algunos centros, el uso de cámara hiperbárica es parte del régimen de tratamiento estándar, en otros centros no se utiliza, ya sea debido a desconocimiento o falta de acceso.

En una revisión sistemática y metaanálisis sobre el uso de cámara hiperbárica en pacientes con fascitis necrosante, se encontraron resultados favorables. No obstante, la mayoría provienen de América del Norte. De un total de 23 estudios utilizados en la revisión sistemática, ocho fueron de Estados Unidos, dos de Canadá, dos de Alemania, dos de Italia, dos de Dinamarca, dos de Brasil, uno de Australia, uno de China, uno de Taiwán, uno de Singapur y uno de Israel. Esto pone nuevamente de manifiesto que existen pocos estudios referentes a uso de cámara hiperbárica en Latinoamérica (Huang et al., 2023).

En la búsqueda realizada sobre guías de manejo de fascitis necrosante y uso de cámara hiperbárica en el Ecuador, solamente se pudo encontrar un protocolo para manejo de pacientes con infección de partes blandas en el área de medicina interna del Hospital General Docente Calderón (2019). En el mismo se pueden encontrar conceptos y clasificación de las diferentes infecciones de partes blandas, así como un manejo general de este tipo de infecciones. Empero no se pudo encontrar ninguna guía específica sobre fascitis necrosante, ni tampoco existe mención sobre el uso de cámara hiperbárica.

1.3 Formulación del problema

- ¿Cuál es el conocimiento que existe actualmente sobre fascitis necrosante en niños, y sobre el uso de cámara hiperbárica como tratamiento complementario de esta enfermedad?
- ¿Cuál fue el resultado de haber utilizado tratamiento complementario de cámara hiperbárica, descrito mayoritariamente en adultos, en un paciente lactante?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Reportar un caso de fascitis necrosante en un paciente lactante, en el cual se decidió el uso inédito de cámara hiperbárica para su tratamiento en el Hospital Pediátrico Baca Ortiz, con el propósito de contribuir al conocimiento clínico quirúrgico en el manejo de esta enfermedad.

1.4.2 Objetivos específicos

- Exponer detalladamente el manejo clínico-quirúrgico, y los resultados del uso de cámara hiperbárica en el tratamiento de un paciente lactante con diagnóstico de fascitis necrosante en región inguinal.
- Hacer una revisión de la literatura sobre fascitis necrosante en población adulta y pediátrica para establecer el conocimiento que existe actualmente sobre esta enfermedad.
- Realizar una revisión bibliográfica sobre el uso de cámara hiperbárica en pacientes pediátricos, debido a que no existen indicaciones bien definidas.

CAPÍTULO II

2. Marco Teórico

2.1 Fascitis Necrosante

2.1.1 Historia

Las primeras referencias sobre fascitis necrosante (FN) datan del siglo V antes de la era común y fueron descripciones hechas por Hipócrates de Cos, aunque no existen registros precisos por el poco entendimiento de la enfermedad. Otras descripciones del año 1783 realizadas por Claude Colles en Francia, o reportes de Sir Richard Bright durante el siglo XIX en las cuales se habla de "Gangrena de hospital" también pueden constituir referencias a la FN (Beccari & Auquit-Auckbur, 2020; Tuta-Quintero et al., 2022; Van Hoesen, 2023).

Durante la guerra civil estadounidense (1861-1865) esta patología identificada en heridas de soldados fue descrita por Joseph Jones, quien reportó una mortalidad del 50% y la denominó "Infección de bacterias carnívoras" (Beccari & Auquit-Auckbur, 2020), título que aún conserva en medios no científicos. Posteriormente, en 1883, Jean Alfred Fournier reportó una serie de cinco casos de gangrena en región perineal y genital en Francia, y en 1924, Meleney informó sobre 20 casos en China de lo que llamó gangrena ocasionada por estreptococo hemolítico. Paralelamente, McCafferty y Lyons estudiaban las infecciones en tejidos blandos por estreptococo hemolítico, describieron sus características clínicas e indicaron el tratamiento a través de cierre temprano de heridas y fasciotomía (Undersea & Hyperbaric Medical Society, 2014).

Aunque durante la II Guerra Mundial se describieron en mayor medida las infecciones con gangrena en soldados, no fue sino hasta 1952 que Wilson publicó "Necrotizing Fasciitis" en donde explicó la infección rápida y progresiva de tejidos blandos que afectaba a la fascia y al tejido subcutáneo ocasionando necrosis con relativa preservación de músculo subyacente y grave toxicidad sistémica (Ferrer Lozano & Trofimova, 2018; Salati, 2022; Tuta-Quintero et al., 2022). En 1977 Giuliano realizó la primera clasificación según la etiología de la enfermedad, identificando dos tipos de cultivos, el primero con desarrollo polimicrobiano sinérgico (cocos gram positivos, bacilos gram negativos y microorganismos anaerobios), y el segundo con desarrollo de bacterias aerobias únicas como estreptococo betahemolítico del grupo A y estafilococo aureus (Tuta-Quintero et al.,

2022). En cuanto a la descripción de FN en pacientes pediátricos, se pueden encontrar algunas descripciones en la década de 1950s, pero la primera publicación de un libro sobre FN en niños fue hasta 1973 (Beccari & Auquit-Auckbur, 2020; Schroder et al., 2019).

2.1.2 Concepto

La fascitis necrosante (FN) es una infección bacteriana grave de los tejidos blandos que afecta la fascia superficial y profunda, que se puede presentar en cualquier parte del cuerpo, caracterizada por rápida progresión, necrosis de tejidos y que puede provocar sepsis, insuficiencia multiorgánica y un desenlace potencialmente mortal (Salati, 2022; Tobeña Rué et al., 2009).

2.1.3 Epidemiología

La incidencia de FN puede resultar inexacta debido a los diversos términos que se utilizan para identificar esta patología, así como por su rareza y por la falta de políticas públicas a nivel nacional sobre la notificación de esta enfermedad. De manera general se estima que la incidencia de FN está entre 0,2 a 6,9 por 100.000 personas por año (Hua et al., 2023). Sin embargo, los datos varían según la ubicación geográfica. En EE. UU. se ha reportado una incidencia de 0,4 a 0,8/100.000; en Corea del Sur 0,86/100.000; en Nueva Zelanda 1,3/100.000; en Europa 0,3 a 1,0/100.000; y, en Latinoamérica un promedio de 0,2/100.000 (Ferrer Lozano & Trofimova, 2018; Nawijn et al., 2021; Salati, 2022; Sarez & Suquilanda, 2023)

Aunque las infecciones necrosantes de tejidos blandos afectan en su mayoría a adultos, todos los grupos de edad, inclusive los recién nacidos pueden presentar esta patología. Los estudios que se han realizado indican una incidencia aproximada entre 0,022 y 0,843 casos por 100.000 niños por año (Schroder et al., 2019; Tessier et al., 2020; Zundel et al., 2017). Se estima que la incidencia de fascitis necrosante en población pediátrica en países en desarrollo puede ser significativamente mayor debido a los altos niveles de desnutrición, que son un factor predisponente en la aparición de esta enfermedad (Singh et al., 2022).

La localización anatómica más frecuente de la FN son los miembros inferiores, seguidas del periné, el escroto, el tronco y, por último, la menos frecuente es en la cabeza y cuello (Beccari & Auquit-Auckbur, 2020; Tuta-Quintero et al., 2022). En lo

relacionado a la etiología, la FN es por lo general polimicrobiana, con presencia especialmente de *Streptococcus pyogenes*. El *S. aureus* también se encuentra asociado al *S. pyogenes* como causa de fascitis, pero raramente es el único microorganismo (Eneli & Davies, 2007; Tobeña Rué et al., 2009)

Con respecto a la tasa de mortalidad, los estudios indican tasas que varían desde el 4,2% hasta el 75% en adultos, con un promedio de 23% (Hedetoft et al., 2021; Sarez & Suquilanda, 2023; Zundel et al., 2017). Sin embargo, en un estudio en donde se reportó un manejo temprano, las tasas de mortalidad se redujeron al 10,4% (Bhalla et al., 2022). Estas tasas también dependen de la localización anatómica, una revisión sistemática presentó tasas de mortalidad del 30% en caso de genitales/periné, 25% en torso, 6,7% en extremidades y no hubo mortalidad cuando la afectación fue en cabeza y cuello (Beccari & Auquit-Auckbur, 2020; Singh et al., 2022). En cuanto a la población pediátrica, algunos informes reportan tasas entre 0% a 18%, y un metaanálisis reciente informa de una tasa de mortalidad general de 15,4% (Schroder et al., 2019; Tessier et al., 2020). La mayoría de las muertes pediátricas fueron debido a sepsis, fallo multiorgánico y shock (Singh et al., 2022).

2.1.4 Etiología y clasificación

La fascitis necrosante se puede clasificar de mejor forma por su etiología (Hua et al., 2023; Salati, 2022; Tuta-Quintero et al., 2022):

Tipo I o polimicrobiana: ocasionada por una combinación de varios tipos de bacterias (gram positivos, gram negativos y anaerobios). La más frecuente (70-80%).

Tipo II o monomicrobiana: ocasionada por estreptococos del grupo A o estafilococo aureus en menor frecuencia, pueden incluir cepas meticilino resistentes (SAMR).

Tipo III: relacionada a bacterias gram negativas aerobias o anaerobias facultativas que pueden ingresar a tejidos profundos por heridas abiertas o por exposición de heridas al agua de mar o agua estancada nicho de bacterias como *Vibrio vulnificus* o *Aeromona hydrophila* y en menor medida otros patógenos como *Pasteurella multocida*, *Haemophilus influenzae*, *Klebsella* spp.

Tipo IV: causada por hongos en pacientes inmunodeprimidos y con antecedente de quemadura o trauma grave. Se han hallado cepas de *Zygomycetes* spp. y *Candida* spp.

2.1.5 Fisiopatología

La fisiopatología de la fascitis necrosante comprende una serie de factores pertenecientes tanto al sistema inmune del huésped como a las características de virulencia de los microorganismos causantes de la enfermedad (Ferrer Lozano & Trofimova, 2018).

La piel y mucosas son parte de la inmunidad innata, protegen al cuerpo como barreras físicas evitando el ingreso libre de gérmenes potencialmente dañinos. La pérdida de continuidad de estas barreras secundaria a trauma o cualquier tipo de heridas incluyendo procedimientos quirúrgicos, mordeduras, punciones sin adecuado asepsia y antisepsia, pueden permitir el paso de diversos microorganismos a tejidos profundos, especialmente en la región genitourinaria (Ferrer Lozano & Trofimova, 2018; Tuta-Quintero et al., 2022)

El ingreso de gérmenes patógenos da lugar a una serie de acontecimientos en cascada. En primer lugar, el tamaño de la herida y la cantidad de inóculo bacteriano puede afectar la capacidad de reacción del sistema inmune, así, si el inóculo aumenta, la velocidad y gravedad de la infección también aumentará. Una vez que se produce la colonización bacteriana en el tejido subdérmico, la producción de toxinas inicia rápidamente generando pocos cambios a nivel cutáneo. La acción de toxinas bacterianas como la estreptolisina (*Streptococcus pyogenes*), delta toxina (*Clostridium perfringens*), hialuronidasa, colagenasa y lipasa tienen un efecto citotóxico directo sobre las células del huésped, además producen la activación de la respuesta inflamatoria por liberación de mediadores proinflamatorios. Otro efecto de este proceso es el aumento en la permeabilidad vascular con la salida de líquido al espacio intersticial y producción de edema. Esto reduce el flujo sanguíneo al área afectada lo que contribuye a la hipoxia celular y limita la función de neutrófilos y serie blanca en general (Ferrer Lozano & Trofimova, 2018; Salati, 2022; Tuta-Quintero et al., 2022).

La lesión tisular producto de la acción de toxinas bacterianas se disemina en un plano horizontal por la falta de tejidos tegumentarios que limiten este plano, lo que ayuda a la migración bacteriana, pronto las bacterias y toxinas invaden capilares y se liberan en el sistema circulatorio produciendo microtrombos que afectan vasos perforantes y

generan isquemia y necrosis (Ferrer Lozano & Trofimova, 2018; Salati, 2022; Tuta-Quintero et al., 2022)

Inicialmente la piel suprayacente no se ve afectada o presenta síntomas leves como eritema, edema, calor local; el dolor puede alertar siendo de moderado o de alta intensidad y no se correlaciona a los hallazgos clínicos. El compromiso cutáneo suele iniciar entre 3 y 5 días, iniciando con descamación, edema con fóvea y presentando flictenas, enfisema subcutáneo y necrosis en estadios avanzados. El dolor podría disminuir dependiendo de la extensión de la necrosis por la pérdida de receptores y terminaciones nerviosas. A esta cadena de eventos locales se le suma una respuesta inflamatoria sistémica, que de no limitarse puede producir sepsis, falla multiorgánica y alto riesgo de mortalidad (Beccari & Auquit-Auckbur, 2020; Ferrer Lozano & Trofimova, 2018; Tuta-Quintero et al., 2022).

2.1.6 Factores de riesgo

Los factores de riesgo se dividen en dos dimensiones: factores endógenos que están relacionados a características propias del paciente y factores exógenos que se relacionan con el ambiente o el medio externo del organismo.

Factores endógenos:

Edad: un factor de riesgo son las edades extremas de la vida. Los recién nacidos reciben la mayoría de las inmunoglobulinas de la madre en el último trimestre de embarazo, por tanto, la prematuridad es un riesgo para presentar infecciones. De igual manera, los menores de 5 años al tener un sistema inmune en desarrollo también son susceptibles a infecciones. Por otro lado, los adultos mayores presentan cambios en la inmunidad por la disminución de células en la inmunidad humoral y adquirida como linfocitos T y B y tienen una respuesta más lenta y menos eficaz de neutrófilos y macrófagos ante posibles infecciones. Además, estadísticamente los adultos mayores presentan infecciones urinarias, respiratorias y enfermedades crónicas con mayor frecuencia lo que compromete su economía interna y los predispone a procesos de inflamación crónica que afecta su respuesta inmune a infecciones (Ferrer Lozano & Trofimova, 2018; Salati, 2022; Tessier et al., 2020)

Infecciones: la infección por varicela se ha descrito como factor de riesgo para FN en niños debido a la pérdida de continuidad cutánea y el paso de bacterias a través de

estas lesiones. Otras enfermedades como la dermatitis de pañal, balanitis, mastitis neonatal, la enterocolitis necrotizante y la onfalitis se han descrito como factores de riesgo en lactantes y recién nacidos (Salati, 2022; Tessier et al., 2020).

Estado nutricional: la desnutrición u obesidad también producen disminución en la respuesta inmune del paciente en todas las etapas de la vida (Tessier et al., 2020).

En general, es necesario identificar las enfermedades del paciente que puedan afectar la respuesta inmune a infecciones como la diabetes no controlada, enfermedades crónicas como cirrosis hepática, enfermedad arterial periférica, neoplasia, VIH-SIDA y el alcoholismo (Ferrer Lozano & Trofimova, 2018; Salati, 2022)

Factores exógenos:

Cualquier evento en que la fascia esté expuesta, facilite la colonización por bacterias y permita a estos microorganismos vencer o saltar las barreras físicas de la inmunidad innata es un factor de riesgo exógeno como en el caso de heridas traumáticas, mordeduras de animales o procedimientos quirúrgicos. Se ha encontrado relación entre la gangrena de Fournier y procedimientos de herniorrafia, orquidopexia y circuncisión en niños pequeños (Beccari & Auquit-Auckbur, 2020). También ha tomado importancia las punciones con jeringuillas debido a usuarios de drogas inyectables que utilizan estos dispositivos (Ferrer Lozano & Trofimova, 2018; Tessier et al., 2020).

Medicamentos: se ha identificado una disminución en la inmunidad con en el uso de corticoides, además del adelgazamiento de la piel y fragilidad cutánea que se produce con el uso prolongado de corticoides tópicos. Estos efectos predisponen lesiones y permiten el paso de bacterias a tejidos profundos (Ferrer Lozano & Trofimova, 2018; Salati, 2022; Tessier et al., 2020).

Además, en los últimos años se ha descrito una relación estadística entre el uso de ibuprofeno y fascitis necrosante en especial en niños. Aunque no existe una explicación clara se cree que el efecto del ibuprofeno puede disminuir la acción de los neutrófilos para fagocitar bacterias, o bien puede encubrir la sintomatología y retrasar el diagnóstico de FN (Beccari & Auquit-Auckbur, 2020; Salati, 2022; Tessier et al., 2020).

2.1.7 Diagnóstico

El diagnóstico temprano de una FN es de gran importancia para el inicio del tratamiento adecuado, sin embargo, no es una tarea sencilla porque los signos y síntomas pueden llegar a ser confusos especialmente en sus primeras etapas, incluso para médicos experimentados (Tessier et al., 2020). Una razonable sospecha diagnóstica y una valoración de factores de riesgo presentes serán el primer paso en toda valoración y hay que tener en mente que no siempre se puede encontrar una causa predisponente (Jung & Eckmann, 2019; Sartelli et al., 2021).

Clínicamente podemos encontrar manifestaciones locales y sistémicas. Al ser una afectación de la fascia y tejidos profundos, los cambios en la piel no serán tan evidentes hasta avanzada la enfermedad, y también dependerán del espesor de la piel y tejidos subdérmicos, por lo que en áreas como el abdomen y pelvis el diagnóstico temprano será más complicado y con mayor repercusión sistémica (Ferrer Lozano & Trofimova, 2018; Jung & Eckmann, 2019). Podemos encontrar tres estadios a nivel de piel que van a depender de la evolución de la enfermedad:

Estadio Inicial: eritema mal definido que se puede confundir con celulitis y con distribución en parches; edema que puede ser de leve intensidad con sensación a la palpación tensa o endurecida que dificulta la palpación de estructuras subdérmicas o paquetes musculares, acompañado de rubor y dolor desproporcionado al resto de signos (Salati, 2022; Zundel et al., 2017)

Estadio Intermedio: los signos iniciales se mantienen o intensifican y se agrega la presencia de ampollas y flictenas serosas. Este hallazgo se ha reportado en personas adultas entre un 41% durante la primera valoración y hasta un 77% al cuarto día de evolución (Beccari & Auquit-Auckbur, 2020; Salati, 2022).

Estadio Final: hiposensibilidad cutánea o reducción de dolor que puede llegar a la anestesia local secundario al grado de necrosis cutánea, acompañado de crepitación cutánea y formación de bullas hemorrágicas o úlceras (Hua et al., 2023; Jung & Eckmann, 2019).

El diagnóstico diferencial entre celulitis y FN es fundamental para no retrasar el manejo quirúrgico y antibiótico correspondiente, por lo que se ha descrito alta sospecha en pacientes con la triada de edema, eritema y dolor desproporcionado que

antecedentes a la aparición de lesiones cutáneas en las primeras 24 a 48 horas de evolución (Ferrer Lozano & Trofimova, 2018; Hua et al., 2023). También hay que poner especial atención cuando existe progresión rápida del eritema o aparición de lesiones cutáneas a pesar del inicio adecuado de antibioticoterapia, para lo que se necesita la valoración continua de la piel y la rotulación de los bordes de la lesión, además se debe relacionar estos cambios con la aparición de signos de shock o sepsis frecuentes hasta en un 18% de pacientes afectados (Ferrer Lozano & Trofimova, 2018; Hua et al., 2023; Sartelli et al., 2021)

La fiebre a pesar de ser inconstante es la manifestación sistémica más frecuente descrita hasta un 53% de pacientes, especialmente en niños, en quienes también se presenta taquicardia e hipotensión en estadios avanzados de la infección (Tessier et al., 2020). En recién nacidos y lactantes se describe la alteración del estado mental y emesis como los primeros signos sistémicos de fascitis necrosante (Jung & Eckmann, 2019; Sartelli et al., 2021). En este grupo de edad el dolor y la sensibilidad son poco valorables (Salati, 2022; Zundel et al., 2017).

Las personas que presentan su respuesta inmunitaria alterada podrían retrasar la aparición de signos y síntomas. Además, el uso de AINES puede atenuar los síntomas y retrasar el diagnóstico, como se ha descrito en pacientes diabéticos, con antecedente de trauma, post quirúrgicos (Tuta-Quintero et al., 2022). En el contexto clínico la combinación de hallazgos, el seguimiento estrecho y la alta sospecha diagnóstica son el enfoque para un diagnóstico temprano (Fernando et al., 2019; Hua et al., 2023).

Prueba del dedo: Una prueba sencilla de bajo costo que se puede realizar a pie de cama con anestesia local es la exploración digital a través de una incisión de 2 a 3 centímetros que permita el paso de un dedo a través de la piel hasta identificar planos profundos. Es mínimamente invasiva y ayuda a confirmar el diagnóstico de fascitis necrosante al valorar la calidad de los tejidos, la presencia de líquido y sus características. La prueba es positiva si no se encuentra un sangrado activo, no existe resistencia en el tejido subdérmico afectado o si hay la presencia de líquido gris de mal olor (Beccari & Auquit-Auckbur, 2020; Hua et al., 2023; Salati, 2022).

2.1.8 Exámenes complementarios

2.1.8.1 Laboratorio

No existe una prueba específica para el diagnóstico de FN, especialmente en niños en quienes la alteración de resultados no siempre es clara (Tessier et al., 2020). Los exámenes de laboratorio se usan para apoyar o rechazar un diagnóstico, y sirven para el seguimiento y pronóstico del paciente. Se deben realizar exámenes generales de biometría, conteo de plaquetas, creatinina, glucosa en sangre, electrolitos entre otros. La presencia de anemia hemolítica con alteración tipo leucocitosis o leucopenia, o la trombocitopenia puede ayudar a diagnosticar una infección de tejidos profundos (Singh et al., 2022; Tessier et al., 2020).

Se ha descrito la escala LRINEC (Laboratory Risk Indicator for Necrotizing Fasciitis) como herramienta para el diagnóstico de FN, la escala valora seis variables, el nivel de proteína C reactiva en suero (> 150 mg/L), el recuento de glóbulos blancos (WBC) ($> 15.000/\mu\text{L}$), nivel de hemoglobina ($< 13,5$ g/dL), el nivel de sodio en sangre (< 135 mmol/l), nivel de creatinina sérica ($> 1,6$ mg/dl [142 mmol/l]) y nivel de glucosa sérica (> 180 mg/dl [10 mmol/l]). La escala asigna un valor de 0 a 2 puntos dependiendo los cambios en cada variable excepto la proteína C reactiva la cual se valora con 4 puntos. Un valor entre 0 a 4 indica bajo riesgo, 5 a 6 riesgo moderado y 7 o mayor alto riesgo de FN. Este sistema no ha sido valorado en niños por lo que se desconoce su utilidad en esos casos (Ferrer Lozano & Trofimova, 2018; Singh et al., 2022). Y es importante considerar que una puntuación baja no descarta el diagnóstico (Ferrer Lozano & Trofimova, 2018; Sartelli et al., 2021).

Los cultivos no son una prueba diagnóstica y podrían retrasar el tratamiento por lo que es mejor utilizarlos para orientar el tratamiento antibiótico (Ferrer Lozano & Trofimova, 2018). La Sociedad de Enfermedades Infecciosas de América (IDSA) no aconseja la toma de cultivo con hisopo de tejidos superficiales, y recomienda la biopsia intraoperatoria que pueden ser positivos en 80% de los casos o la aspiración con aguja fina en áreas de piel necrosada con 73 % de muestras positivas. En pacientes inmunosuprimidos se debe realizar cultivos fúngicos (Hua et al., 2023).

2.1.8.2 Imágenes

El uso imágenes, incluidas la radiografía, la ecografía, la tomografía computarizada y la resonancia magnética pueden ser utilizadas para excluir enfermedades que simulan

a la FN, así como para delimitar la extensión de la afectación y detectar complicaciones, más no para diagnosticar esta patología (Salati, 2022). El uso de imágenes no debe ser motivo para retrasar el tratamiento.

Radiografía simple: no es considerada apropiada para identificar fascitis necrosante porque permite detectar gas en tejidos blandos, pero éste sólo está presente en una cuarta parte de los casos, y una vez que la enfermedad está avanzada. Además, pueden llevar a errores de diagnóstico y retraso en el tratamiento (Salati, 2022).

Ecografía: utilizada debido a su bajo costo y fácil acceso, sirve para determinar enfisema cutáneo en los planos faciales, que es un signo específico, pero poco sensible de infecciones necrosantes y que generalmente está presente en estadios avanzados. También permite identificar edema, ecogenicidad densa del tejido adiposo, abscesos y puede ser útil para guiar drenaje de líquido si hay una colección (Salati, 2022; Sartelli et al., 2021). Se usa en la población pediátrica porque carece de radiación ionizante y rara vez requiere sedación (Tessier et al., 2020).

Tomografía computarizada: a pesar de que los hallazgos en un estadio temprano de FN son mínimos, es posible identificar algunas características como la acumulación de líquido en grasa o en la fascia, gas en los tejidos blandos afectados, miositis y enfisema subcutáneo (Ferrer Lozano & Trofimova, 2018; Tuta-Quintero et al., 2022). Se recomienda su empleo en infecciones profundas a fin de identificar su proximidad a cavidades corporales. En el caso de la FN en la cabeza y cuello, se sugiere la realización de una tomografía torácica debido al riesgo de desarrollar mediastinitis necrosante descendente (Tessier et al., 2020; Tuta-Quintero et al., 2022).

Resonancia magnética: se considera como la imagen de elección en caso de FN debido a que facilita la distinción entre las infecciones necrosantes de las no necrosantes, y sirve para determinar los márgenes para el desbridamiento. Sin embargo, la gravedad del paciente, el incremento de los costos, o la no disponibilidad de esta prueba, ocasiona que no sea de mayor utilidad, y que, al contrario, ocasione retraso en el tratamiento necesario (Ferrer Lozano & Trofimova, 2018; Salati, 2022; Tuta-Quintero et al., 2022). Además, se ha comprobado que la resonancia magnética presenta una elevada tasa de falsos positivos y, con frecuencia, es necesario utilizar anestesia en niños pequeños (Tessier et al., 2020).

2.1.9 Manejo y tratamiento

Cuando existe confirmación de FN, es fundamental comenzar con el tratamiento de inmediato, el cual consiste en;

- Reanimación y tratamiento antibiótico con cobertura antibacteriana adecuada de amplio espectro de forma empírica;
- Desbridamiento amplio y agresivo del tejido necrosado para controlar focos de infección
- Identificación del microorganismo causante de la patología para ajuste de la cobertura antimicrobiana.

2.1.9.1 Reanimación guiada por metas

Un aspecto crítico que se debe manejar en la estabilidad hemodinámica del paciente es la hipotensión y el posible shock séptico. En situaciones de hipotensión grave el uso de vasopresores inotrópicos puede ser útil para compensar la presión arterial, pero hay que considerar la vasoconstricción que estos fármacos producen a nivel de arteriolas en piel por activación de receptores alfa-1-adrenérgicos, por lo que el uso, aunque justificado es un pronóstico de gravedad.

La reanimación guiada por metas como la presión arterial media mayor a 65 mmHg, presión sistólica mayor de 90 mmHg, presión venosa central entre 8 a 12 mmHg, gasto urinario mayor a 0,5 ml/kg/h, es de gran importancia para asegurar la perfusión sanguínea en las áreas ya afectadas. Otra medida de perfusión utilizada en situaciones de gravedad es el aclaramiento de lactato, en rangos normales este debe permanecer por debajo de 2 mmol/L, pero aumenta en situaciones de estrés metabólico e isquemia. El aclaramiento mayor al 30% en 4 o 6 horas puede indicar una recuperación en la perfusión tisular y respuesta al tratamiento (Tuta-Quintero et al., 2022)

2.1.9.2 Antibioticoterapia

Idealmente el uso de antibioticoterapia debe ser dirigido según el tipo de FN que se puede identificar por los antecedentes del paciente, la clínica que presenta y el resultado de la prueba de cultivo. Sin embargo, la gravedad de la infección y su rápida progresión a necrosis y compromiso sistémico, no permiten que esperemos resultados de laboratorio y se hace necesario un inicio temprano de antibioticoterapia

junto al desbridamiento quirúrgico. El tratamiento será probabilístico tratando de cubrir a las especies más comunes (Tuta-Quintero et al., 2022).

La literatura indica que la fascitis polimicrobiana es la causante de aproximadamente el 80% de casos por lo que se debería iniciar una terapia empírica de amplio espectro que cubra especies de estreptococos, estafilococos, enterobacterias y anaerobios. Generalmente se utilizan esquemas combinados de dos o más antibióticos (Singh et al., 2022; Zundel et al., 2017). Algunas guías toman el estado hemodinámico del paciente para decidir qué antibióticos utilizar, además de factores propios del paciente como exposición previa a antibióticos, si es residente de asilos de ancianos, estancia hospitalaria prolongada o infecciones nosocomiales, portador conocido de cepas bacterianas resistentes y uso de antibióticos con actividad anti-MRSA, además de anti-pseudomonas en pacientes inmunosuprimidos. La IDSA recomienda el uso combinado de vancomicina o linezolid más piperacilina- tazobactam, clindamicina o metronidazol (Hua et al., 2023; Tuta-Quintero et al., 2022)

A pesar del inicio empírico de antibioticoterapia se recomienda el estudio microbiológico detallado y antibiograma urgente para seguimiento y rotación de antibiótico de ser necesario. En infecciones por *Clostridium perfringens* o estafilococo *pyogenes* se recomienda el uso de clindamicina por su capacidad de inhibir las toxinas de estas bacterias (Beccari & Auquit-Auckbur, 2020; Ferrer Lozano & Trofimova, 2018; Hua et al., 2023), en pacientes inmunodeprimidos infectados con *pseudomonas* se utiliza una combinación de cefalosporinas de tercera generación con aminoglucósidos o piperacilina/tazobactam (Beccari & Auquit-Auckbur, 2020; Tessier et al., 2020). Varios autores recomiendan extender la antibioticoterapia hasta 5 días posteriores a la resolución de signos y síntomas clínicos y marcadores inflamatorios (Tuta-Quintero et al., 2022).

2.1.9.3 Desbridamiento

La necrosis tisular es irrecuperable y crea un medio para el desarrollo bacteriano a donde el antibiótico no puede llegar. La extirpación quirúrgica de todo este tejido es considerada como la piedra angular del tratamiento. El desbridamiento temprano de la totalidad del tejido necrótico debe realizarse en el quirófano y por un cirujano experimentado. El objetivo del procedimiento es controlar la carga bacteriana, disminuir, la pérdida final del tejido, reducir el riesgo de amputación y por ende

reducir la mortalidad (Ferrer Lozano & Trofimova, 2018; Salati, 2022). Al mismo tiempo, se deben obtener muestras biológicas para determinar los patógenos causantes de la FN (Sartelli et al., 2021).

El desbridamiento debe ser extenso y conseguir extirpar todo aquel tejido mal perfundido que pueda separarse fácilmente de la fascia. Existe discrepancias en cuanto a la extensión del tejido que debe ser extirpado debido a la posibilidad de trombosis vascular temprana o vasculitis en tejidos con apariencia normal. Sin embargo, las indicaciones son retirar todo el tejido necrótico hasta encontrar tejido sangrante, músculos contráctiles y grasa color amarillo con resistencia a la manipulación (Ferrer Lozano & Trofimova, 2018; Hua et al., 2023). El procedimiento se completa con un cuidadoso control de hemostasia y cobertura temporal con apósitos hemostáticos y se han descrito el uso de vendaje compresivo para evitar el sangrado secundario a trastornos de coagulación, pero se debe tener cuidado de no producir isquemia (Beccari & Auquit-Auckbur, 2020).

Es necesario realizar limpiezas quirúrgicas programadas cada 12 a 24 horas después de realizado el primer desbridamiento quirúrgico. Se debe mantener la observación continua y monitorear signos vitales y resultados de laboratorio de ser necesario, se debe identificar signos de sangrado, hipotensión, taquicardia o agravamiento del estado del paciente (Hua et al., 2023; Tuta-Quintero et al., 2022). No existe un número promedio de intervenciones quirúrgicas debido a que dependerá de la evolución de cada paciente, pero éstas deben ser efectuadas hasta que la infección esté limitada macroscópicamente, por marcadores inflamatorios y muestras de cultivo (Beccari & Auquit-Auckbur, 2020; Sartelli et al., 2021)

Puede ser necesaria la amputación de extremidades debido a la gravedad de la necrosis y el compromiso vasculonervioso acompañado de la inestabilidad hemodinámica del paciente. La decisión de amputación se debe tomar junto a un equipo interdisciplinario de cirujanos vasculares, traumatólogos, cirujanos plásticos, médicos intensivistas y apoyo psicológico para el paciente y familiares, pensando en la estabilidad del paciente, el pronóstico funcional y el proceso reconstructivo (Beccari & Auquit-Auckbur, 2020). Superada finalmente la infección, se debe reconstruir las secuelas producidas por el proceso de necrosis y desbridamiento, esto constituye un desafío para el cirujano plástico (Ferrer Lozano & Trofimova, 2018).

2.1.10 Tratamientos coadyuvantes

Inmunoglobulina G poliespecífica intravenosa (IVGI): Algunos autores indican que la prescripción de IVGI podría ser beneficioso en el tratamiento contra el síndrome de shock séptico estreptocócico al neutralizar las exotoxinas circundantes y prevenir la proliferación de linfocitos T. Sin embargo, los pocos estudios que existen no han podido demostrar una reducción en la tasa de mortalidad, sino que han suscitado preocupaciones por posibles eventos tromboembólicos y renales. En consecuencia, no ha sido aprobada por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA por sus siglas en inglés) (Eneli & Davies, 2007; Tuta-Quintero et al., 2022).

Terapia de heridas con presión negativa (NPTW): Técnica avanzada de manejo de heridas que comprende el uso de apósitos especiales a través de los cuales se puede aplicar presión subatmosférica a la superficie de la herida, que tiene como efecto físico la aspiración del exudado producido por la misma herida, y efectos biológicos como la reducción del edema tisular, incrementa el suministro de sangre y la perfusión tisular ya que promueve la neovascularización (Hua et al., 2023). Se recomienda utilizarlo en fascitis necrosante una vez se controle el proceso infeccioso y se retire el tejido necrótico, puede mejorar la calidad de tejido para un proceso reconstructivo y promover la cicatrización de la herida (Eneli & Davies, 2007; Tessier et al., 2020).

Oxigenoterapia hiperbárica: El uso de cámara hiperbárica se ha informado como un posible tratamiento complementario en caso de FN debido a que aumenta el transporte de oxígeno plasmático en el organismo y mejora la disponibilidad celular con efectos fisiológicos positivos. El suministro de oxígeno promueve la neovascularización, facilita el transporte de antibióticos a través de la pared celular bacteriana y tiene un efecto bactericida sobre algunos gérmenes anaerobios, además promovería la angiogénesis y la cicatrización de las heridas (Tuta-Quintero et al., 2022). Algunos estudios han reportado disminución de la mortalidad por FN al ser sometidos a cámara hiperbárica, no obstante, no existen estudios controlados aleatorios que sustenten esta información por lo que es necesaria una evaluación riesgo/beneficio (Beccari & Auquit-Auckbur, 2020; Zundel et al., 2017).

2.2 Oxigenoterapia con cámara hiperbárica

2.2.1 Historia

En 1662, antes de descubrimiento del oxígeno (O₂), el médico clérigo británico Henshaw diseñó lo que se considera fue la primera cámara hiperbárica de la cual se tiene registro, que consistía en un recipiente con aire presurizado que utilizaba para tratar a sus pacientes. Esto dio pie para que la idea fuera replicada en varios países de Europa, que implementaron la terapia de “baños de aire comprimido” para mejorar la salud (Jain, 2017d). Sin embargo, en 1789 Lavoisier y Seguin reportaron la toxicidad de concentraciones de O₂ al 100% en el cuerpo humano y esto produjo que los estudios en esta área se vieran limitados (Ortega et al., 2021). En 1879, el cirujano francés Fontaine fue el primero en construir un quirófano sobre ruedas que podía presurizarse. Fontaine reportó efectos positivos como mejor recuperación de la anestesia, así como disminución de cianosis e hipoxia, pero estos descubrimientos corresponden al periodo semicientífico del uso de aire comprimido debido a que aún no existían estudios al respecto (Jain, 2017d).

La historia de la medicina hiperbárica científica se remonta a 1878, cuando Paul Bert publica la obra “La Pression barométrique: recherches de physiologie”, en la cual detalla las bases fisiológicas del aire presurizado en el cuerpo humano al reportar los resultados de someter al organismo a variaciones de presión atmosférica y de presión de O₂ (Faunø Thrane & Ovesen, 2019; Ortega et al., 2021). Más tarde, John Scott Haldane fue el primero en aplicar la ciencia para predecir los resultados de la descompresión. Los hallazgos de Haldane fueron aceptados y sobre todo aplicados en el campo del buceo para tratar las afecciones que éstos sufrían durante la Segunda Guerra Mundial (Jain, 2017d).

El uso moderno de la cámara hiperbárica empieza con Boerema, quien publica en 1959 “La vida sin sangre”, en el cual demuestra que a una presión de 3 atmósferas se puede elevar el contenido de O₂ veinte veces en el organismo, y que se puede mantener la vida de organismos vivos libres de eritrocitos solo con la difusión del O₂ en el plasma. Desde entonces ha existido un gran interés por parte de la comunidad científica y médica por su aplicación en diversos procesos fisiológicos por lo que continúa siendo objeto de estudio en diferentes áreas (Siewiera et al., 2019).

2.2.2 Generalidades

De acuerdo con la Sociedad Médica Submarina e Hiperbárica (UHMS) la oxigenoterapia es un tratamiento no invasivo que consiste en exponer al paciente a concentraciones puras de O₂ superiores a 1 atmósfera absoluta (ATA) dentro de una cámara diseñada para este fin. La UHMS considera que la presión dentro de la cámara debe ser igual o superior a 1,4 ATA, pero las guías de la sociedad sugieren un mínimo de 2 ATA en todas sus indicaciones, y se manejan presiones máximas de 3 ATA (Ortega et al., 2021; Undersea & Hyperbaric Medical Society, 2014)

No existe un protocolo específico sobre el uso del oxígeno hiperbárico, la duración y el número de sesiones que se deben realizar. Es necesario analizar la patología y características propias de cada paciente para determinar el mejor tratamiento. No obstante, la literatura médica indica el tratamiento usual consiste en sesiones entre 40 a 120 minutos, entre 2 y 3 ATA, tres veces diarias los primeros días que progresivamente se van reduciendo en base a la mejoría del paciente, y que pueden llegar a ser de 20 a 60 sesiones en total dependiendo de la patología y los objetivos terapéuticos (Levett et al., 2015). En casos excepcionales como embolia gaseosa se pueden utilizar 6 ATA, sin embargo, son pocos los beneficios que se han reportado sobre los 3 ATA (Ortega et al., 2021).

Existen dos modalidades de cámaras hiperbáricas: las monoplazas y las multiplazas. Las monoplazas permiten el tratamiento a un solo paciente y consisten en cámaras presurizadas con 100% oxígeno. Estas cámaras permiten un monitoreo completo en caso de pacientes críticos y brindan apoyo ventilatorio mediante ventiladoras específicamente diseñadas para este tipo de cámaras que pueden ser manejadas desde fuera (García-Covarrubias & Cuauhtémoc Sánchez-Rodríguez, 2000; Levett et al., 2015). Mientras que las multiplazas están diseñadas para atender a dos o más pacientes de manera simultánea. Para ello se utilizan mascarillas, capuchas o un tubo endotraqueal (Ortega et al., 2021). Este tipo de cámaras permiten una supervisión directa por parte de médicos y enfermeras y su principal ventaja es que no es necesario desconectar a los pacientes de aparatos de soporte vital para que reciban el tratamiento (García-Covarrubias & Cuauhtémoc Sánchez-Rodríguez, 2000).

En lactantes se recomienda usar cascos con anillos cervicales en lugar de mascarilla tradicional, o campanas de oxígeno. Por otro lado, para los neonatos se han diseñado

tiendas tubulares de plástico transparente que conectan dos cascos con cremalleras y se han obtenido resultados favorables. Incluso se ha utilizado oxigenación hiperbárica en niños con ventilación mecánica (García-Cubillana et al., 2005).

2.2.3 Mecanismo de acción

Bajo condiciones normales tenemos a nuestra disposición aire ambiente con una proporción de O₂ al 21%, nitrógeno al 78 % y gases raros al 1% con una presión de 760 mmHg (normobárico) medidos a nivel del mar (1 ATA). Durante la respiración el O₂ en el aire ambiente ingresa a los pulmones por una diferencia de presión producida por la caja torácica y los músculo accesorios de la respiración en el proceso que se conoce como ventilación pulmonar. El O₂ que ha llegado a los sacos alveolares en los pulmones se difunde por un gradiente de concentración alto de O₂ en el espacio alveolar a la sangre transportada en los capilares alveolares. Este O₂ en su mayoría se une a la hemoglobina presente a los eritrocitos y se intercambia por dióxido de carbono (CO₂), de esta forma es transportada a todo el organismo (Jain, 2017a; Levett et al., 2015). En condiciones normobáricas la hemoglobina está casi saturada por lo que una elevación en la concentración de O₂ inclusive al 100 % aumenta muy poco su capacidad de transportar O₂ (García-Covarrubias & Cuauhtémoc Sánchez-Rodríguez, 2000)

La terapia de oxígeno hiperbárico proporciona una concentración de O₂ al 100% con una presión atmosférica aumentada hasta 3 veces lo normal (3 ATA). El aumento en la presión atmosférica dentro de una cámara cerrada tiene como efecto físico el aumento en la concentración de O₂ disuelta en sangre, este efecto se puede determinar por varias leyes. Dalton indicó que la presión parcial de un gas en una mezcla es igual al producto de la presión total por la fracción del gas en la mezcla, lo que podemos utilizar para calcular la presión de O₂ del ambiente y sirvió de base para postular la terapia de O₂ al 100%, aumentando el gradiente positivo que favorece a la difusión de O₂, los estudios de los físicos Robert Boyle y Edme Mariotte quienes describieron que el volumen de un gas es inversamente proporcional a la presión ambiente en una temperatura constante, y la ley de Henry que indica que la solubilidad de un gas en un líquido es directamente proporcional a la presión parcial del gas (García-Cubillana et al., 2005; Ortega et al., 2021)

El suministro de oxígeno hiperbárico permite un aporte de O₂ en los tejidos que puede cubrir las necesidades metabólicas basales (6 ml de oxígeno por cada 100 ml sangre) sin la acción de la hemoglobina, así como amplifica la capacidad de difusión del O₂ cuadruplicando en el extremo arterial y duplicando en el extremo venoso, lo que permite compensar la presión de O₂ en tejidos hipóxicos y proporciona efectos biológicos importantes que se pueden utilizar en múltiples patologías (García-Cubillana et al., 2005; Ortega et al., 2021)

El O₂ con una presión superior a 1 ATA promueve la formación de radicales libres o especies reactivas de oxígeno que afectan varios mecanismos metabólicos de mitocondrias, ribosomas y fosfolípidos, actúan mediante un estrés oxidativo fisiológico que de hecho activa defensas antioxidantes. La hiperoxigenación provoca a nivel circulatorio vasoconstricción por efecto directo del O₂ que disminuye el efecto vasodilatador del óxido nítrico (NO), esto produce una vasoconstricción arterial hiperóxica en tejidos sanos con mayor intensidad en cerebro, retina, riñones y tejido muscular. Esto contrarresta la trasudación capilar presente en procesos inflamatorios por lo que limita el edema y preserva la perfusión tisular; en tejidos isquémicos el aumento en la presión de O₂ mejora el metabolismo celular lo que recupera la vasomotricidad circulatoria (Hedetoft et al., 2021).

La vasoconstricción estimula barorreceptores aórticos y carotídeos lo que produce un efecto de bradicardia por inhibición simpática y produce una disminución del gasto cardiaco con elevación leve de la presión arterial (Huang et al., 2023). El aumento de la presión de O₂ aumenta la elasticidad y capacidad de deformarse de los eritrocitos lo que disminuye la viscosidad de la sangre de forma inmediata y prolongada. En la serie blanca disminuye la expresión de moléculas de adhesión e inhibe las beta-2-integrinas que promueven la adhesión de neutrófilos al endotelio durante la activación del endotelio, efecto nocivo presente en fenómenos de reperfusión (Hedetoft et al., 2021; Siewiera et al., 2019)

La hiperoxigenación limita la activación de citoquinas proinflamatorias presentes en procesos de hipoxia, así como la liberación de citoquinas inflamatorias por monocitos y macrófagos y la síntesis de prostaglandinas que participan en la vía de la ciclooxigenasa 2 (Hedetoft et al., 2021). El aporte de O₂ hiperbárico en las áreas afectadas permite mantener un metabolismo adecuado en neutrófilos, monocitos y

macrófagos que precisan un ambiente rico en oxígeno para realizar procesos de fagocitosis y lisis bacteriana (Siewiera et al., 2019). Otro efecto documentado es la neovascularización en tejidos isquémicos tanto por formación de nuevos vasos a partir de células endoteliales locales, así como el reclutamiento de células madre y progenitoras (Van Hoesen, 2023).

2.2.4 Indicaciones

La UHMS ha establecido 14 indicaciones para uso de cámara hiperbárica (Tabla 1).

Tabla 1

<i>Indicaciones para terapia de oxígeno hiperbárico según la UHMS</i>	
1	Envenenamiento por monóxido de carbono.
2	Enfermedad descompresiva.
3	Embolismo gaseoso.
4	Insuficiencias arteriales (oclusión central de la arteria retinal)
5	Lesión por aplastamiento, síndrome compartimental y otras isquemias
6	Lesión por radiación retardada (tejido blando y necrosis ósea)
7	Lesión por quemadura térmica aguda
8	Injertos y colgajos comprometidos
9	Infección necrosante de tejidos blandos
10	Osteomielitis refractaria
11	Abscesos intracraneales
12	Anemia severa
13	Miositis clostridial y mionecrosis (gangrena gaseosa)
14	Pérdida auditiva súbita idiopática

Nota. Fuente: Undersea & Hyperbaric Medical Society, 2014

Las indicaciones pueden ser agrupadas en tres grupos en base a sus principales efectos en el organismo:

a) Aceleración de la cicatrización de heridas

El O₂ es un elemento fundamental en el metabolismo celular, en especial en situaciones de estrés como heridas agudas o crónicas donde las necesidades celulares aumentan y por diversos mecanismos el aporte de O₂ disminuye. El aumento de la

concentración de O₂ en sangre con presiones atmosféricas elevadas permite que este elemento se difunda a sitios que sufren de hipoxia y permite que se mantenga el metabolismo aeróbico celular mitocondrial, además produce efectos secundarios como la replicación de fibroblastos, el aumento en la producción de colágeno y la angiogénesis. Estos efectos sumados a los efectos antiinflamatorios, reducción de edema, y control de infecciones favorecen el proceso de cicatrización y son utilizados para el manejo de colgajos e injertos comprometidos (Van Hoesen, 2023).

b) Efecto antimicrobiano

Además de los efectos sistémicos del oxígeno hiperbárico que se mencionó en el mecanismo de acción, el O₂ tiene efecto directo en las bacterias, en especial cepas anaerobias las cuales, al no tener mecanismos de defensa antioxidantes, presentan oxidación de proteínas citoplasmáticas y de lípidos de membrana, lesionando su ADN y limitando su capacidad de crecimiento y proliferación. Este efecto se ve presente en algunas bacterias aeróbicas como estafilococo aureus y pseudomonas spp. cuando se supera 1,5 ATA (Hedetoft et al., 2021; Ortega et al., 2021)

El transporte de antibióticos como aminoglucósidos, cefalosporinas y sulfonamidas requiere de una tensión de O₂ mínima para atravesar la pared bacteriana, al aumentarse esta tensión por la terapia de oxígeno hiperbárico el efecto del antibiótico se ve favorecido. Otro efecto es la contracción en la producción de biofilm tanto por la disminución en la carga bacteriana, así como el cambio de metabolismo aerobio de bacterias facultativas y la eliminación de cepas de hongos (Ortega et al., 2021).

c) Emergencia médica

Existe evidencia de que el uso de cámara hiperbárica es urgente en ciertas patologías como la intoxicación por monóxido de carbono (CO), cianuro, enfermedad por descompresión, embolia aérea gaseosa, insuficiencias arteriales, lesiones compartimentales, lesiones por aplastamiento y síndrome de isquemia traumática aguda (Ortega et al., 2021; Van Hoesen, 2023)

En concordancia con las indicaciones de la UHMS, el décimo ECHM, que tuvo lugar en el año 2016, realizó una revisión exhaustiva de investigaciones científicas y médicas sobre el uso de cámara hiperbárica para generar recomendaciones en base al nivel de evidencia. En base a los hallazgos definió recomendaciones de tres tipos:

fuertemente recomendado, recomendado y opcional (Tabla 2), y estableció niveles de evidencia (Mathieu et al., 2017):

Nivel A: Al menos dos ensayos clínico aleatorizado (ECA) grandes, doble ciego, concordantes, con poco o ningún sesgo metodológico;

Nivel B: ECA doble ciego, pero con fallas metodológicas, estudios con muestras pequeñas o un solo estudio;

Nivel C: Opinión consensuada de expertos;

Nivel D: Sólo estudios no controlados sin opinión consensuada de expertos;

Nivel E: No hay evidencia de acción beneficiosa, o sesgo metodológico o de interpretación que impida cualquier conclusión;

Nivel F: Procedimiento no indicado por evidencia existente. (p. 25)

Además, identificó aquellas patologías en las cuales no existía suficiente evidencia para recomendar el uso de cámara hiperbárica (Tabla 3), y aquellas en las cuáles recomendaba no utilizar cámara hiperbárica (Tabla 4)

En cuanto a las indicaciones en población neonatal y pediátrica, no existen recomendaciones específicas de comités ni consensos de expertos, sino que se aplican las mismas recomendaciones de uso de cámara hiperbárica para adultos. Debido a que los niños tienen mayor riesgo de sufrir hipotermia es necesario tomar las medidas necesarias para evitar pérdidas de calor por evaporación, conducción y convección de la cámara. Se recomienda utilizar una campana de oxígeno en niños mayores de 3 años, y en el caso de niños más pequeños se sugiere bajar el nivel del cuello hasta la cintura para que pueda tener movilidad de sus brazos dentro de la capucha (Siewiera et al., 2019; Van Hoesen, 2023).

Tabla 2*Recomendaciones sobre la indicación aceptada para el tratamiento de oxígeno hiperbárico.*

Condición	Nivel de evidencia	
	B	C
Tipo 1: Fuertemente recomendado		
Intoxicación por CO	X	
Lesión por aplastamiento con fractura expuesta	X	
Prevención de osteoradionecrosis después de extracción dental	X	
Osteoradionecrosis en mandíbula	X	
Radionecrosis en tejidos blandos (Cistitis y proctitis)	X	
Enfermedad por descompresión		X
Embolismo gaseoso		X
Infección bacteriana anaerobia o mixta		X
Pérdida auditiva súbita idiopática	X	
Tipo 2. Recomendado		
Lesión de pie diabético	X	
Necrosis de cabeza femoral	X	
Compromiso de injertos de piel y colgajos musculocutáneos		X
Oclusión central de la arteria retinal		X
Trauma por aplastamiento sin fractura		X
Osteoradionecrosis (Otros huesos diferentes a mandíbula)		X
Lesión en tejidos blandos radio inducidas (diferentes a cistitis y proctitis)		X
Cirugía e implantes en tejido irradiado (prevención)		X
Ulceras isquémicas		X
Osteomielitis refractaria crónica		X
Quemaduras de segundo grado en más del 20% de superficie corporal		X
Pneumatosis quística intestinas		X
Neuroblastoma estadio IV		X
Tipo 3. Opcional		
Lesión cerebral en pacientes altamente seleccionados		X
Lesión laríngea radio inducida		X
Lesión en el sistema nervioso central radio inducida		X
Reimplantación de extremidad		X
Heridas crónicas seleccionadas secundarias a procesos sistémicos		X
Enfermedad de células falciformes		X
Cistitis intersticial		X

Nota. Fuente: Mathieu et al., 2017

Tabla 3*Recomendaciones sobre las indicaciones no aceptadas para el OHB*

Condición	Nivel de evidencia D
Mediastinitis post esternotomía	X
Otitis externa maligna	X
Infarto agudo de miocardio	X
Retinitis pigmentosa	X
Parálisis facial (Bell)	X

Nota. Fuente: Mathieu et al., 2017**Tabla 4***Recomendaciones sobre las indicaciones para las que no debe utilizarse el OHB*

Condición	Nivel de evidencia	
	B	C
Espectro desorden autista	X	
Insuficiencia placentaria		X
Esclerosis múltiple	X	
Parálisis cerebral	X	
Tinnitus	X	
Fase aguda del accidente cerebro vascular		X

Nota. Fuente: Mathieu et al., 2017

2.2.5 Contraindicaciones

Un neumotórax no tratado es la única contraindicación absoluta en el uso de cámara hiperbárica debido a que podría progresar a neumotórax a tensión durante la descompresión y tener un desenlace mortal. Una vez que se haya colocado el tubo torácico al paciente, éste puede someterse a tratamiento de cámara hiperbárica sin problema (Ortega et al., 2021; Van Hoesen, 2023).

El resto de las contraindicaciones son relativas y dependerá en gran medida de la condición del paciente para determinar si es posible o no utilizar oxigenoterapia.

Embarazo: evidencia en animales indica que el uso de cámara hiperbárica se debe evitar en el primer trimestre por riesgo de malformaciones congénitas. Sin embargo, se debe valorar el riesgo beneficio en caso de intoxicación por CO₂. La exposición después del primer trimestre no ha presentado efectos adversos (Jain, 2017a).

Uso de marcapasos: será necesario verificar si el aparato es de un modelo que soporta el aumento de presión. Se recomienda el uso de marcapasos permanentes herméticamente sellados ya que funcionan correctamente dentro de la cámara hiperbárica (Jain, 2017a; Ortega et al., 2021).

Patologías respiratorias: en caso de enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), asma o infecciones de las vías respiratorias superiores, se podría incrementar el riesgo de hipercapnia, barotrauma pulmonar y barotrauma sinusal o barotrauma del oído medio (Jain, 2017a).

Fiebre alta no controlada: los pacientes con fiebre deben esperar a que su temperatura sea estable antes de someterse a terapia de cámara hiperbárica por riesgo a convulsiones (Jain, 2017a).

Esferocitosis hereditaria: existe la posibilidad de hemólisis grave debido al oxígeno hiperbárico (Ortega et al., 2021)

Uso de medicamentos: el uso de bleomicina, disulfiram y doxorubicina pueden incrementar los efectos tóxicos al ser utilizados juntamente con terapia hiperbárica por lo que se recomienda evaluar de manera individual a cada paciente y analizar el riesgo beneficio (Van Hoesen, 2023)

Cirugías previas de oído o tórax: es importante conocer los motivos de las cirugías para identificar posibles contraindicaciones (Jain, 2017a).

Afectaciones que dificulten ecualizar la presión en los senos nasales u oídos: en caso de enfermedades como sinusitis aguda u otitis media se puede utilizar descongestionantes nasales y orales antes del tratamiento. También es factible la colocación de tubos de timpanoplastia antes del tratamiento (Van Hoesen, 2023).

Bullas pulmonares: Se debe identificar a pacientes con enfisema pulmonar o enfermedad quística pulmonar debido a que se incrementa el riesgo de barotrauma al ocasionar atrapamiento de aire durante la terapia hiperbárica (Jain, 2017a).

En situaciones de emergencia, cuando no sea posible identificar junto con el paciente posibles contraindicaciones, se debe examinar al paciente de manera cuidadosa e identificar si no hay estigmas de procedimientos quirúrgicos en oído y tórax. Además, se debería realizar una radiografía de pecho, pruebas de función pulmonar y examen de tímpanos. También puede ser necesario realizar una intubación endotraqueal para proteger las vías respiratorias (Jain, 2017a; Van Hoesen, 2023).

En cuanto a las contraindicaciones en población pediátrica, éstas son las mismas que para los adultos, pero se deben considerar las particularidades propias del niño. El tratamiento con cámara hiperbárica está contraindicado en: “patologías respiratorias obstructivas graves, patologías otorrinolaringológicas (como laringocele, otoespongiosis y vértigo de Menière), epilepsia no tratada o mal controlada, narcolepsia, miastenia, estados psicóticos graves, desprendimientos de retina, determinadas cardiopatías, tales como valvulopatías, cardiomiopatías o patología coronaria” (García-Cubillana et al., 2005, p. 11).

2.2.6 Complicaciones

Barotrauma: consiste en una lesión causada por la incapacidad de equilibrar la presión en un espacio que contiene aire y la presión del entorno circundante. La incidencia de esta complicación es muy baja y la afectación más común es la del oído medio, sin embargo, también se pueden observar barotraumas pulmonares y sinusales (Ortega et al., 2021). El riesgo de barotrauma del oído medio puede deberse a infección en vías respiratorias superiores, disfunción de la trompa de Eustaquio o técnicas incorrectas de ecualización. Generalmente esta complicación es autolimitada

y no tiene efectos a largo plazo en la audición, pero se deben tomar debidas precauciones en especial con pacientes inconscientes o infantes dado que ellos no pueden comunicar si existe dolor o se les puede complicar equalizar la presión en los oídos (Jain, 2017a; Van Hoesen, 2023). Para reducir el riesgo de barotrauma se pueden realizar timpanostomía (agujeros en la membrana timpánica) con anestesia local antes de proceder con la terapia hiperbárica. También se recomienda aplicar el método de compresión lenta en cámara hiperbárica en lugar de la compresión estándar (García-Cubillana et al., 2005; Levett et al., 2015).

Claustrofobia: es una manifestación de ansiedad por el confinamiento dentro de un espacio cerrado y se considera tanto una complicación como una contraindicación de la terapia hiperbárica debido a que por este motivo los pacientes rechazan el tratamiento o lo interrumpen. En este caso se pueden administrar benzodiazepinas a los pacientes con el fin de reducir la ansiedad (Jain, 2017a; Van Hoesen, 2023).

Complicaciones oftalmológicas: Se han observado complicaciones poco frecuentes como maduración de cataratas, queratocono o trastornos pseudo refractarios reversibles, estos efectos se han reportado en exposición de larga duración. Se puede disminuir estos efectos con protocolos de tratamiento adecuados y revisión clínica de fondo de ojo en pacientes con factores de riesgo (Jain, 2017a; Ortega et al., 2021).

Toxicidad cerebral y pulmonar:

Algunos pacientes pueden ser susceptibles y desencadenar síndromes de irritación cortical con la producción de mareos, irritabilidad, espasmos faciales, tinnitus, visión en túnel y un brote convulsivo pseudocomicial, sobre todo cuando hay exposiciones prolongadas sobre las 3 ATA. La convulsión desaparece cuando se corta el suministro de O₂ al 100%. No se han documentado secuelas neurológicas a largo plazo. Como factores desencadenantes se han observado fiebre, tirotoxicosis, lesión cerebral aguda; el estrés suprarrenal o las catecolaminas puede disminuir el umbral convulsivo y aumentar el riesgo de toxicidad (Ortega et al., 2021; Van Hoesen, 2023)

La alveolitis extrínseca propia de los tratamientos prolongados con O₂ normobárico no se describe con el uso de oxígeno hiperbárico, esto por la producción de antioxidantes propia del uso de oxígeno hiperbárico (Ortega et al., 2021).

CAPÍTULO III

3. Metodología

3.1 Tipo de estudio

Análisis de Caso.

3.2 Procedimiento de recolección de información

La información para el análisis de caso fue recabada a través del Hospital Pediátrico Baca Ortiz. Para ello, se solicita y obtiene autorización del hospital (Anexo 1) para acceder a los datos de la historia clínica del paciente como informes de laboratorio, diagnóstico clínico, tratamiento, indicaciones médicas, fotografías y cualquier otra información pertinente para el análisis del caso. Además, se obtiene el consentimiento informado por parte del representante legal del paciente, debido a que es menor de edad. Con esta documentación se ingresa el trámite al Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos del Hospital Pediátrico Baca Ortiz para obtener la debida aprobación para proceder con el estudio de caso.

Una vez obtenida la exención por parte del Comité de ética (Anexo 2), se realizó una búsqueda exhaustiva en fuentes bibliográficas sobre evidencia actualizada de fascitis necrosante en lactantes y el uso de cámara hiperbárica para su tratamiento. Posteriormente, se hizo una descripción detallada del caso y un análisis de las decisiones tomadas para el tratamiento del paciente en comparación a lo descrito en la literatura. Finalmente se redactaron las conclusiones y recomendaciones.

Para la revisión bibliográfica sobre fascitis necrosante en niños y el uso de cámara hiperbárica se utilizaron las siguientes bases de datos; Pubmed, Clinical Key, Scopus, Chrochane Reviews y los recursos bibliográficos digitales de la PUCE. Se realizó la búsqueda tomando en consideración los encabezados, resúmenes y palabras clave de los artículos tanto en español como en inglés. Se amplió la búsqueda bibliográfica hacia las referencias de todos los artículos que se revisaron. Se incluyeron revisiones sistemáticas, metaanálisis, estudios retrospectivos, serie de casos y casos de estudio.

3.3 Plan de análisis

Una vez obtenida la información de la historia clínica se procederá a redactar de manera detallada el diagnóstico clínico y procedimientos realizados al paciente, así como de los resultados obtenidos. Posteriormente se efectuará una revisión bibliográfica en fuentes actualizadas sobre el tema de fascitis necrosante en lactantes,

así como de las indicaciones para uso de cámara hiperbárica en niños. Con esta información se analizará el caso de estudio y se contrastarán los procedimientos realizados con las indicaciones encontradas en la literatura. Finalmente se redactarán las conclusiones y recomendaciones.

3.4 Aspectos bioéticos

Los datos recolectados serán tratados con absoluta confidencialidad, sujetándose a los acuerdos de la declaración de Helsinki. Este estudio fue revisado por parte del Comité de Ética en Seres Humanos del Hospital Pediátrico Baca Ortiz.

Para la realización y publicación de este análisis de caso se cuenta con el consentimiento informado firmado por parte del representante legal del paciente, a quien se le explicó el objetivo del estudio y se le solventaron todas sus dudas. La historia clínica del paciente será puesta fuera del alcance y solamente el investigador tendrá acceso a verla. Para la presentación de los datos en la presente investigación, se protegerá la privacidad del paciente, por lo cual no se incluirá ninguna información que permita identificarlo como el nombre, cédula, fecha de nacimiento o número de la historia clínica.

CAPÍTULO IV

4. Descripción del Caso

4.1 Datos de Filiación:

- Sexo: femenino
- Fecha de nacimiento: 07 de abril de 2021
- Edad: 1 mes, 15 días
- Lugar de nacimiento: Otavalo
- Lugar de residencia: Imbabura
- Etnia: mestizo
- Estado civil: soltera
- Grupo sanguíneo: ORH positivo

4.2 Antecedentes familiares y personales:

- Vivienda: Casa rentada 6 habitaciones viven 7 adultos 5 niños
- Familiares: Su madre tiene 18 años, de ocupación comerciante y nivel de educación bachiller. El padre tiene 17 años de ocupación comerciante y nivel de educación bachiller.
- Antecedentes prenatales: parto atendido en el Hospital San Luis de Otavalo por profesionales de la salud. Producto de primera gesta, nació por parto cefalovaginal eutócico, se realizó pinzamiento oportuno del cordón umbilical, su edad gestacional fue de 39.1 semanas por última fecha de menstruación y 40 semanas según la escala de Capurro. Presentó un APGAR de 8 al primer minuto y 9 a los 5 minutos, con peso de 3440 gr, talla 48.8 cm, perímetro cefálico 34 cm, perímetro braquial 12.8 cm, perímetro torácico 33.3 cm. Recibió vacunas BCG y Hepatitis B, fue diagnosticada al alta como recién nacido a término con peso adecuado para la edad gestacional y con peso elevado al nacimiento.
- Antecedentes postnatales: En consulta de control paciente presentó ictericia Kramer 3, el facultativo indicó suspender lactancia materna por 48 horas e iniciar alimentación con fórmula.
- Antecedentes patológicos quirúrgicos: no presentó nexos epidemiológicos con pacientes COVID ni antecedentes quirúrgicos.
- Alergias: No se describen alergia

4.3 Evolución y complicaciones

Motivo inicial de consulta: Dolor abdominal con presencia de masa inguinal y fiebre.

Paciente acude a hospital de II nivel del Ministerio de Salud Pública en la ciudad de Ibarra el 21/05/2021. Presentó cuadro de constipación más dolor abdominal de 2 días de evolución, como causa aparente el inicio de alimentación con fórmula. En la examinación presentó frecuencia cardíaca de 198 latidos por minuto. La paciente se presentó irritable con llanto continuo e inconsolable. Mostró signos de malestar y agitación, alza térmica de 38,4°C, mucosas orales secas, abdomen distendido con resistencia a la palpación. Presentó masa en región inguinal izquierda aproximadamente 5 cm “rubicunda” con dolor a la palpación. Masa no reducible, se auscultan ruidos hidroaéreos. Exámenes complementarios: leucocitos 7,15; neutrófilos 3,45; hemoglobina 11,3; hematocrito 34%; plaquetas 439.000: segmentados 33%; monocitos 12,6%; eosinófilos 0,3%; basófilos 0,6 %; COVID negativo; TP 12,4; INR 1,2; TTP 41,4. Ecografía presenta importante edema a nivel de tejido celular subcutáneo en región inguinal izquierda con imágenes compatibles a ganglios. Además de imagen correspondiente a hernia irreductible, canal inguinal no valorable por edema de tejidos.

Motivo de transferencia: Paciente diagnosticada con hernia inguinal izquierda estrangulada por lo que se decide su transferencia al Hospital Pediátrico Baca Ortiz (HPBO) para su atención.

Evolución del caso clínico:

A su llegada al HPBO es valorada nuevamente por el servicio de emergencia y cirugía pediátrica quienes confirman el diagnóstico de hernia inguinal encarcerada izquierda. Se planifica cirugía de emergencia. Se realizó bajo anestesia general una laparotomía con incisión en fosa iliaca izquierda más herniorrafia de hernia inguinal gigante con contenido de ovario izquierdo con quiste ovárico, asas intestinales sin signos de isquemia con buena perfusión el 22/05/2021, procedimiento sin complicaciones. Paciente recibe esquema de ampicilina sulbactam 190 miligramos cada 6 horas, analgesia a base de paracetamol e hidratación con dextrosa al 5% en agua y electrolitos.

En su primer día postquirúrgico presenta taquipnea con apoyo de O2 a 0,5 litros con cánula nasal para saturar 92%, el edema aumenta en tercio proximal de muslo, región inguinal y región vulvar izquierda, eritema de mayor intensidad doloroso al tacto y presencia de flictena con contenido serohemático en monte de venus de 2cm con fondo de tejido congestivo (Imagen 1). Herida quirúrgica en proceso de cicatrización sin colecciones o sangrado activo. Se solicita valoración por cirugía plástica quienes catalogan el eritema como celulitis, toman muestra de contenido de flictena para cultivo, valoran signos de síndrome compartimental sin encontrar hallazgos positivos. Se solicitan exámenes complementarios: hemoglobina 9,2 g/dL; hematocrito 27,8; leucocitos 3,9; neutrófilos 35%, plaquetas 617; proteínas totales 5,05; Bilirrubina total 6,16; bilirrubina indirecta 5,41. Por anemia y taquipnea se transfunde paquete globular 75ml (15 ml/kg de peso), y por evolución de eritema se suspende ampicilina y sulbactam y se rota antibiótico a ceftriaxona y clindamicina.

Imagen 1

Eritema cutáneo con presencia de flictena serohemática



El segundo día postquirúrgico paciente persiste con taquipnea y presenta leucocitosis con neutropenia y procalcitonina elevada (73,1) por lo que se sospecha de sepsis con foco en tejidos blandos, posible celulitis o fascitis necrosante. Además, se investiga posible foco pulmonar por lo que se rota el antibiótico a vancomicina y ceftriaxona.

Paciente permanece con signos vitales estables (presión arterial 79/40; frecuencia cardíaca 147 lpm; frecuencia respiratoria 27 rpm; saturación O2 92 con 0,5 litros con cánula nasal); se actualizan exámenes complementarios (PCR 9,74; procalcitonina 9,38; TTP 25,8; TP 11,1; INR 1,67); y a nivel de región inguinal flictena en monte de venus evoluciona a necrosis cutánea de 3 x 2 cm, con colección purulenta que drena

espontáneamente (Imagen 2), por lo que se decide realizar una limpieza quirúrgica de emergencia el 25/05/2021. Se realiza una exéresis de todo el tejido necrótico y de gleras fibrinopurulentas además de incisiones descompresivas hacia muslo y región vulvar (Imagen 3), se coloca en herida compleja apósito de hidrofibra de plata y vendaje secundario. Paciente permanece con sonda vesical para controlar que orina no contamine la herida. Cirugía plástica decide continuar con curaciones avanzadas de heridas y limpiezas quirúrgicas programadas por la extensión de herida y mala calidad de tejidos. Además, por la ubicación de herida existe riesgo de exposición de paquete vascular femoral.

Imagen 2

Necrosis cutánea



Imagen 3

Herida después de primera limpieza quirúrgica



Paciente es valorada por el servicio de ginecología quienes indican que lesión compromete labio mayor izquierdo mientras que el resto de los genitales no presentan alteraciones por lo que indican alta sin otras indicaciones. Cirugía pediátrica valora herida postquirúrgica de herniorrafia e indican buena evolución y alta por su servicio. La paciente permanece al cuidado del servicio de pediatría para manejo clínico.

El 28/05/2021 se realiza una nueva limpieza quirúrgica encontrando herida compleja de 5 x 3 cm con mala evolución, se realiza resección de tejido desvitalizado en bordes y limpieza de fondo con abundantes gleras fibrinopurulentas. Se actualiza exámenes complementarios (leucocitos 37,7; neutrófilos 70%; granulocitos inmaduros 2%; hemoglobina; 10,3; hematocrito 29,7; plaquetas 259; PCR 8,78; procalcitonina 0,49) y se solicita radiografía de cadera y muslo por riesgo de artritis séptica y osteomielitis encontrando hiperdensidad en corticales óseas lo que no es un signo concluyente.

Paciente se mantiene con curaciones avanzadas de herida con apósito primario de hidrofibra de plata y vendaje secundario. Se reporta producción de líquido purulento moderado a abundante que empapa los apósitos por lo que se realizan curaciones diarias. El día 31/05/2021 se realiza tercera limpieza quirúrgica encontrando pérdida de panículo adiposo en labio mayor izquierdo, gleras de fibrina y secreción purulenta. Por indicación de anestesiología se realiza transfusión de paquete globular (75 ml a 15 ml/kg peso) que se justifica por pérdida de sangre transquirúrgica y palidez generalizada de paciente. Herida con evolución tórpida ha permanecido con manejo antibiótico de vancomicina y ceftriaxona por lo que pediatría inicia metronidazol para mejorar cobertura antibiótica para anaerobios.

El 02/06/2021 se realiza la cuarta limpieza quirúrgica (Imagen 4) encontrando herida con bordes vitales congestivos con tejido de mala calidad y fondo de herida con gleras fibrinopurulentas moderada cantidad.

Imagen 4

Herida después de cuarta limpieza quirúrgica



Debido a la pobre evolución de la herida, así como el riesgo de morbimortalidad de la paciente, el servicio de cirugía plástica realiza una junta médica y deciden implementar la terapia de cámara hiperbárica como tratamiento coadyuvante por lo que se habla con familiares para explicar el tratamiento, sus objetivos, las complicaciones que se pueden presentar y tratar de despejar sus dudas, así como para obtener el consentimiento informado de los representantes. Posteriormente se coordina con el servicio de pediatría para planificar las sesiones de cámara hiperbárica y, a través de la unidad de trabajo social del Hospital Pediátrico Baca Ortiz, se consulta con una unidad externa que provee este servicio. Antes de realizar la terapia hiperbárica se descartan patologías que contraindiquen el procedimiento y se organiza el traslado de la paciente y de la madre. La paciente permaneció estable en sus signos vitales y fue transportada en una ambulancia acompañada de un médico residente y un familiar. Se programaron 5 sesiones de 40 a 60 minutos con una presión de 1,5 a 1,7 ATA, esquema indicado por el personal que brindó el servicio de cámara hiperbárica. El tratamiento se realizó en una cámara monoplaza con O₂ al 100%. La paciente ingreso acompañada de su madre y para evitar barotrauma en oído medio se indicó lactancia materna como maniobra de valsalva durante la compresión y la descompresión de la cámara, además de la revisión de conducto auditivo. Las dos primeras sesiones se realizaron antes del 07/06/2021, fecha en la cual se realiza la quinta limpieza quirúrgica encontrando como hallazgos bordes de herida vitales, fondo de herida con tejido fibroso sin signos macroscópicos de infección (Imagen 5).

Imagen 5

Herida después de dos sesiones con cámara hiperbárica



La paciente permanece con curaciones avanzadas de herida cada 48 horas con colagenasa. Se descarta osteomielitis y compromiso articular. Se realizan las 3 sesiones restantes de cámara hiperbárica antes del 10/06/2021, fecha en la cual se programa la sexta limpieza quirúrgica encontrando como hallazgos bordes de heridas vitales y fondo con tejido de granulación sin signos macroscópicos de infección por lo que se decide tomar una biopsia para cultivo y se realiza plastia de herida (Imagen 6). Se deja drenaje capilar y se indican curaciones programadas. Se mantiene drenaje hasta que producción de líquido seroso fue escasa, después de lo cual paciente permanece con herida expuesta y manejo materno.

Imagen 6

Plastia de herida



Paciente permanece con antibioticoterapia hasta obtener resultado de cultivo sin crecimiento bacteriano. Completó esquema con vancomicina 75 miligramos endovenoso cada 6 horas (15 días), ceftriaxona 200 miligramos endovenoso cada 12 horas (17 días), y metronidazol 50 miligramos endovenoso cada 6 horas (14 días).

La paciente permanece hospitalizada para completar estudios de función renal por pediatría y en observación hasta el 23/06/2021, día en el que la paciente es dada de alta del hospital con indicaciones de cuidado materno y seguimiento por consulta externa.

4.5 Resumen cronológico de la evolución del caso clínico

Tabla 5*Resumen cronológico de la evolución del caso clínico en el Hospital Pediátrico Baca Ortiz*

Fecha	Procedimiento	Diagnóstico	Observación	Servicio
21/05/2021	Ingreso y solicitud de valoración por especialidad	Masa en región inguinal izquierda, eritematosa, compatible con hernia inguinal estrangulada	Solicitud de exámenes y preparación para procedimiento quirúrgico Laboratorio: Hb 10,3; Hcto 30,3; plaquetas 444; leucositos 5,7; neutrófilos 29%; granulocitos inmaduros 0,15; glucosa 108; bilirrubina total 10,4; b. indirecta 9,53; TP 16,8; TTP 28,8; INR 1,65	Emergencia Cirugía Pediátrica
22/05/2021	Laparotomía + herniorrafia izquierda Valoración: edema +++ que compromete vulva, región inguinal y tercio proximal de muslo izquierdo, con flictenas en monte de venus, sin secreción purulenta. No signos de síndrome compartimental.	Hernia inguinal incarcerada izquierda gigante con presencia de ovario y quiste de ovario izquierdo. Asas intestinales con adecuada perfusión vascular. Celulitis	Se solicitan exámenes complementarios. Se toma cultivo de secreción en flictena Laboratorio: Hb 9,2g/dL; Hcto 27,8; leucositos 3,9; neutrófilos 35%, plaquetas 617; proteínas totales 5,05; bilirrubina total 6,16; b. indirecta 5,41.	Cirugía Pediátrica Cirugía Plástica
23/05/2021	Rx de tórax: Infiltrados alveolar para hilar derecho Valoración. eritema que compromete vulva, región inguinal y muslo izquierdo con flictenas en monte de venus, sin producción de secreción purulenta, dolorosa a la palpación.	Neumonía Hernia inguinal incarcerada resuelta. Sepsis, celulitis vulvar e inguinal. No signos de síndrome compartimental. Diagnóstico sugestivo de fascitis necrosante	Resultados laboratorio: Hb 11,9; Hcto 39,4; leucositos 9,9; neutrófilos 25%; plaquetas 261; PCT 73,1; PCR 39,5	Emergencia Pediatria Cirugía Pediátrica Cirugía Plástica
24/05/2021	Antibiótico + manejo clínico	Celulitis		Cirugía Pediátrica Cirugía plástica

25/05/2021	Rx de tórax: trama broncovascular acentuada	Neumonía		
	Rx de abdomen: distensión de asas intestinales sin signos de aire libre en cavidad	Hernia inguinal + celulitis de herida	Laboratorio: PCR 9,74; PCT 9,38; TTP 25,8 (r.31-54); TP 11,1; INR 1,67	Pediatría
	Limpieza Quirúrgica (1) con exéresis de tejido desvitalizado + incisión descompresiva en muslo y labio mayor izquierdo	Fascitis necrosante y Sepsis	Hallazgos: herida en región inguinal de 3*2cm con necrosis de piel y tejido celular subcutáneo. Fondos con gleras y tejido desvitalizado. Edema +++ perilesional y eritema en tercio superior de muslo izquierdo que se extiende hacia labio mayor.	Cirugía Plástica Cirugía Pediátrica
	Valoración: infección por probable estafilococo meticilino resistente		Se toma biopsia para patología	Infectología
26/05/2021	Ingreso al Servicio de Pediatría: abdomen suave, depresible, herida quirúrgica en buenas condiciones	Hernia inguinal resuelta	Laboratorio: Hb 11,6; Hcto 36,5; neutrófilos 51%; leucositos 31,5; gran. inmaduros 7,2; plaquetas 296;	Pediatría
	Valoración: labio mayor con presencia de gasa con escasa producción de líquido seroso. Resto de genitales sin patología aparente			Ginecología
	Curación avanzada de herida.	Fascitis necrosante	Se coloca hidrofibra de plata como apósito primario	Cirugía Plástica
27/05/2021	Curación avanzada de herida.	Fascitis necrosante	Se coloca hidrofibra de plata como apósito primario	
			Cultivo: Cocos gram positivos en grupos. Staphylococcus aureus, sensible a clindamicina y vancomicina, resistente a erotromicina y oxacilina	Cirugía Plástica Pediatría

28/05/2021	Limpieza Quirúrgica (2)	Fascitis necrosante en ingle y muslo izquierdo	Herida compleja de 5*2cm con producción de líquido purulento 5cc con tejido desvitalizado en borde enfondo abundantes gleras purulentas Laboratorio: Hb 10,3; Hcto 29,7; leucositos 37,7; neutrófilos 70%; gran. inmaduros 2%; plaquetas 259; PCR 8,78; PCT 0,49	Cirugía Plástica
30/05/2021	Rx de cadera y muslo: hiperdensidad de las corticales óseas. Valoración: eritema aumenta de tamaño hacia región glútea. Producción abundante de secreción purulenta	Artritis séptica vs ostiomielitis Fascitis necrosante en ingle y muslo izquierdo	Evaluación de 3 a 5 días	Pediatría Cirugía Plástica Pediatría
31/05/2021	Limpieza Quirúrgica (3)	Fascitis necrosante en ingle y muslo izquierdo	Pérdida de pedículo adiposo del labio mayor izquierdo del 90%. Herida con gleras de fibrina abundantes sin secreción purulenta	Cirugía Plástica Pediatría
01/06/2021	Valoración: a pesar de tratamiento paciente no mejora por lo que se sugiere terapia de cámara hiperbárica. Herida con abundante secreción purulenta y tejido desvitalizado		Se decide programar manejo por cámara hiperbárica debido a evidencia que la terapia aumenta la producción de colágeno por los fibroblastos, ayuda a la formación de tejido de granulación y limita la infección por bacterias anaerobias.	Cirugía Plástica
02/06/2021	Limpieza Quirúrgica (4)		Colgajos de herida vital congestivos sin signos de necrosis. Fondo con gleras fibrino purulentas en moderada cantidad. Eritema y laceraciones en región anal	Cirugía plástica
03/06/2021	Tratamiento de cámara hiperbárica (1/5)	Fascitis necrosante en ingle y muslo izquierdo	1.5 ATA 40 minutos	Cirugía Plástica

04/06/2021	Tratamiento de cámara hiperbárica (2/5) Curación avanzada de herida	Fascitis necrosante en ingle y muslo izquierdo	1.6 ATA 45 minutos Cicatrización de lesiones en región glútea	Cirugía Plástica
07/06/2021	Limpieza quirúrgica (5) Tratamiento de cámara hiperbárica (3/5)	Fascitis necrosante en ingle y muslo izquierdo	Colgajo de heridas vitales sin signos de necrosis. Pérdida de panículo del labio mayor 90%. Fondo con mínimas gleras y tejido desvitalizado. No se evidencias signos macroscópicos de infección 1.6 ATA 45 minutos	Cirugía Plástica
08/06/2021	Rx fémur cadera izquierda Tratamiento de cámara hiperbárica 4/5	Se descarta osteomielitis Fascitis necrosante en ingle y muslo izquierdo	Fémur izquierdo con adecuada densidad sin pérdida de continuidad ósea o reacción perióstica visible Laboratorio: Hb 13,3; Hcto 38,8; albúmina en suero 3,49; PCR 0,29; urea 5,3, leucositos 9,6; neutrófilos 28,5%; granulocitos inmaduros 0,4 1.7 ATA 60 minutos	Pediatría Cirugía Plástica
09/06/2021	Tratamiento de cámara hiperbárica 5/5	Fascitis necrosante en ingle y muslo izquierdo	1.7 ATA 60 minutos Laboratorio: índice de proteína creatinina elevado 0,76	Cirugía Plástica
10/06/2021	Limpieza Quirúrgica (6) + Plastia de herida	Herida compleja secundaria a fascitis necrosante superada	Colgajos de heridas vitales sin signos de necrosis. Perdida de panículo adiposo mayor al 90%. Fondo limpio sin signos de infección. Muestra de secreción para cultivo	Cirugía Plástica

	Valoración Psicología.	Terapia explicativa de	Problemas relacionados con la crianza del niño. Se inicia terapia explicativa a la madre sobre hospitalización, asumir rol materno adecuado, cuidados y protección. Apoyo procedimientos médicos.	Psicología
12/06/2021	Curación	Cierre de herida compleja	Bordes de herida vitales, ligeramente congestivos con producción escasa de líquido seroso.	Cirugía Plástica
13/06/2021	Curación	Cierre de herida compleja	Vendaje seroverdoso se decide realizar curación y dejar herida descubierta.	Cirugía Plástica
14/06/2021 – 21/06/2021	Paciente en observación	Fascitis necrosante superada	Cuidado materno y seguimiento. Cultivo de herida sin desarrollo. Descontinuar antibióticos	Cirugía Plástica Pediatria
22/06/2021	Retiro drenaje		Laboratorio: IPC 2	Pediatria
23/06/2021	Egreso del Hospital			Pediatria

Nota: Información tomada de la historia clínica de la paciente

CAPÍTULO V

5. Análisis y Discusión

La FN es una patología poco frecuente, es potencialmente mortal y tiene una alta incidencia de morbilidad como consecuencia de la pérdida de extensiones amplias de tejidos blandos o pérdida de extremidades. Las secuelas de la FN alteran la calidad de vida de un paciente desde un punto de vista funcional y estético, por lo que se debe brindar acompañamiento psicológico y de terapia física al paciente y sus familiares durante y después de resuelto el caso (Hua et al., 2023). Un diagnóstico y tratamiento temprano son fundamentales por su rápida evolución que puede ir de horas a días. Sin embargo, debido a que esta enfermedad es rara en lactantes, el personal de salud que atiende en unidades pediátricas no suele estar familiarizado con su presentación y esto ocasiona un diagnóstico y tratamiento tardío que influye en el pronóstico del paciente. Por este motivo se analiza el caso de una lactante con fascitis necrosante en región inguinal con el objetivo de realizar una revisión bibliográfica actualizada sobre esta patología y sobre terapias complementarias como cámara hiperbárica para obtener mejores resultados.

El diagnóstico de la FN es un desafío clínico quirúrgico, el tiempo es tejido y cualquier demora en el diagnóstico retrasa el tratamiento adecuado. Tal complejidad amerita el manejo multidisciplinario en unidades especializadas que cuenten con médicos emergenciólogos, clínicos, pediatras, intensivistas, anestesiólogos, cirujanos generales, cirujanos plásticos, cirujanos vasculares, infectólogos, urólogos, ginecólogos y psicólogos, entre otras especialidades que dependen de las singularidades en cada caso. Por otra parte, las instalaciones con atención de 24 horas en emergencia, hospitalización, laboratorio y centro quirúrgico son indispensables para lograr un manejo adecuado de esta patología, razón por la cual la FN es una enfermedad que implica un alto costo humano y económico (Tuta-Quintero et al., 2022; Vandermeulen et al., 2017; Waisman et al., 1998).

El caso presentado ejemplifica el desafío del diagnóstico temprano de la FN. La comunidad médica coincide en que un diagnóstico temprano es esencial para un tratamiento oportuno con resultados favorables, pero solamente entre un 15% a un 34% de pacientes con esta enfermedad son diagnosticados a tiempo y de manera

correcta (Salati, 2022). En este caso en particular, la presentación de FN es atípica debido a que se describe que su incidencia es frecuente en personas adultas mayores con enfermedades crónicas como la diabetes, mientras que la paciente es una lactante aparentemente sin factores de riesgo.

En este caso es importante tomar en consideración algunas características que aumentan su riesgo como la edad. Los pacientes pediátricos presentan un sistema inmune inmaduro (Salati, 2022) que los predispone a ciertas infecciones, esto sumado al cuadro de anemia e ictericia que presenta la paciente y el proceso agudo de la hernia estrangulada lleva a que su sistema inmunitario esté sometido a mayor estrés disminuyendo su capacidad de actuar. Bajo estas circunstancias, realizar la cirugía en cavidad abdominal debe ser identificado como factor de riesgo por exponer la fascia al ambiente externo e incrementar la posibilidad de colonización bacteriana.

Varios autores han intentado identificar parámetros clínicos e imagenológicos que puedan servir en el diagnóstico temprano de FN, pero ninguno es tan eficiente como la sospecha del médico (Ferrer Lozano & Trofimova, 2018). Vandermeulen et al. (2017) y Hedetoft et al. (2021) observaron que características como el eritema, el edema, fiebre, PCR elevada, hemoglobina baja, enfermedades crónicas, sumados a factores de riesgo como traumatismo reciente, procedimiento quirúrgico o infección por varicela deben ser motivo de alta sospecha de FN. El “dolor desproporcionado”, aunque suele estar presente, no es considerado un factor lo suficientemente sensible para descartar o diagnosticar FN en niños, en especial lactantes, debido a que ellos son menos capaces que los adultos de poder comunicar la intensidad y localización del dolor. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que signos como edema y eritema están presentes en cualquier proceso infeccioso por lo que analizar su extensión, intensidad y especialmente su progresión en el tiempo es información valiosa al realizar un diagnóstico.

Con respecto a nuestro caso, el primer día postquirúrgico la presencia de edema y eritema en región inguinal aumenta en pocas horas en su extensión e intensidad y da lugar a la formación de flictenas con contenido serohemático por lo que inicialmente se sospecha de una celulitis. Varios autores han descrito las lesiones en la piel en la FN como infrecuentes en su estadio inicial, generalmente se presentan entre el tercer

y quinto día de evolución de la enfermedad y son el resultado de la colonización e infección a nivel de la fascia, así la presencia de flictenas con contenido serohemático es un signo tardío de la enfermedad que nos indica el compromiso de la perfusión sanguínea en los tejidos afectados.

A la revisión con exámenes complementarios la paciente presenta anemia aguda (9,2 mg/dl) con pérdida de 2 mg/dl de hemoglobina comparado con su valor previo a la cirugía, y un aumento importante del PCR. En otro contexto, estos hallazgos pudieron haber llamado la atención en un paciente con celulitis, pero debido a la evolución de la enfermedad, los hallazgos se justificaban por el proceso quirúrgico normal, por lo que el personal médico mantuvo el diagnóstico de celulitis, así como la valoración vasculonerviosa de la extremidad que hasta el momento se encontraba en parámetros normales.

Debido al diagnóstico presuntivo de celulitis en la paciente, no se aplicaron escalas que podrían haber ayudado en una sospecha elevada de FN como el LRINEC, indicador que, a pesar de ser empleado en pacientes adultos (Singh et al., 2022), es poco conocido y utilizado en la atención pediátrica debido a que no existe evidencia que valide su utilidad en niños y lactantes (Singh et al., 2022; Vandermeulen et al., 2017). Además, es importante recordar que inclusive una puntuación baja al utilizar este indicador no descarta el diagnóstico de FN (Ferrer Lozano & Trofimova, 2018; Sartelli et al., 2021). Las variables que son consideradas en la escala LRINEC están dentro de los exámenes que generalmente se solicitan para una valoración del paciente por lo cual se debería contemplar la posibilidad de realizar esta escala cuando exista una sospecha de infección de tejidos blandos como una ayuda para el diagnóstico. Si no existen los resultados para realizar un LRINEC, Vandermeulen et al. (2017) reportan que los principales indicadores que pueden ayudar a diferenciar entre una celulitis y FN son los niveles elevados de PCR y creatinina quinasa. Además, varios autores han reportado la anemia aguda como el hallazgo más frecuente en la FN en población pediátrica.

El uso de imágenes no es recomendado como una herramienta eficiente para el diagnóstico de FN, en su lugar puede ser útil para excluir enfermedades que simulan a la FN, o para delimitar las lesiones y detectar complicaciones. En poblaciones pediátricas, la imagen mayormente utilizada es la ecografía debido a que carece de

radiación ionizante y rara vez requiere sedación (Bennett et al., 2019; Tessier et al., 2020), pero el tiempo de espera hasta recibir los resultados puede causar demora en el tratamiento inmediato que requiere el paciente.

Una vez que exista la sospecha de FN, el tratamiento inmediato implica un enfoque multidisciplinario que incluye antibioticoterapia, desbridamiento quirúrgico y reanimación hídrica guiada por metas (Bennett et al., 2019; Fernando et al., 2019; Hedetoft et al., 2021). En el caso descrito la historia natural de la FN que clínicamente evoluciona desde un eritema con edema y dolor hasta la necrosis de tejidos blandos acompañado de sepsis, permitió el diagnóstico. Además, como varios autores han descrito, un agravamiento en la evolución de un cuadro de celulitis a pesar del tratamiento adecuado debe despertar nuestra sospecha sobre una FN.

Cerca del 80% de FN tienen como causa etiológica una infección polimicrobiana que incluye bacterias gram positivas, gram negativas y anaerobios, por lo que la antibioticoterapia inicial debe ser de amplio espectro y se recomienda incluir vancomicina en este esquema debido a que varios estudios han permitido concluir que el organismo más común identificado en las infecciones de tejidos blandos en América del Norte y del Sur es el *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (Hua et al., 2023; Nawijn et al., 2021). Una revisión sistemática sobre FN en pediátricos (Zundel et al., 2017) indicaron que, de la totalidad de pacientes, un 74% de ellos recibieron tratamiento antibiótico empírico para cubrir estreptococos, estafilococos, enterobacterias y anaerobios

Las recomendaciones en guías de práctica indican el inicio de antibioticoterapia tomando en cuenta estadísticamente los microorganismos más frecuentes encontrados y también la toma de biopsia de tejido para realizar un seguimiento y correlacionar con la evolución del paciente. Hay que considerar que el IDSA no recomienda tomar el cultivo con hisopo de tejidos superficiales debido a que la muestra puede ser insuficiente y en estudios se ha presentado un alto margen de falsos negativos, igualmente la infección se localiza a nivel de la fascia por lo que las lesiones en piel son el resultado del compromiso microcirculatorio por microtrombos o por toxinas bacterianas. Un hisopado cutáneo tiene el riesgo de cultivar microbiota propia de la piel; se aconseja la toma de una biopsia intraoperatoria de al menos 1

gramo de tejido o, con menor grado de recomendación, una muestra por aspiración con aguja fina en áreas de piel que estén afectadas (Hua et al., 2023).

Con respecto a la antibioticoterapia, el IDSA recomienda iniciar cobertura de amplio espectro que incluya bacterias anaerobias y cepas meticilino-resistentes. En el caso descrito la paciente recibió tratamiento con vancomicina, ceftriaxona y metronidazol lo que coincide con los esquemas propuestos en las guías de manejo, la instauración de este esquema se retrasó debido al diagnóstico tardío de FN y continuó hasta que el cuadro estuvo superado con evidencia de un cultivo de tejido sin crecimiento bacteriano.

El desbridamiento temprano es fundamental para un mejor pronóstico tanto en niños como en adultos. Estudios muestran que entre más pronto se realice el desbridamiento cuando ya existe sospecha de FN, menor será la tasa de mortalidad (Sartelli et al., 2021; Tessier et al., 2020; Tuta-Quintero et al., 2022). Se estima que la mortalidad alcanza un 32% cuando el desbridamiento es realizado antes de las 24h del diagnóstico, mientras que asciende a 70% cuando el periodo de tiempo es mayor (Ferrer Lozano & Trofimova, 2018). En todo caso, los desbridamientos deben continuar realizándose hasta que ya no existan signos de necrosis.

En el caso presentado se realiza el primer desbridamiento quirúrgico tres días posterior a la cirugía de emergencia por la hernia encarcerada y se realizan tres desbridamientos quirúrgicos adicionales con un intervalo de 2 a 3 días, en los cuales se retira el tejido necrótico y esfacelado. Durante este tiempo, a pesar del retiro del tejido afectado y la cobertura antibiótica, no se logra un control local de la infección adecuado y con cada limpieza se amplía más la herida en extensión y profundidad, lo que presenta el riesgo de exponer el paquete vascular femoral. Debido a la evolución desfavorable se realiza una nueva valoración de toda la historia clínica y se sospecha de un cuadro de osteomielitis o artritis séptica pero los hallazgos en estudios complementarios no apoyan estos diagnósticos, por lo que el servicio de cirugía plástica propone implementar la terapia de cámara hiperbárica.

Cuando el paciente no evoluciona de la manera esperada a pesar de estar recibiendo el tratamiento con antibióticos y desbridamiento, se hace menester pensar en terapias complementarias que puedan servir para mejorar el pronóstico. En este escenario,

surge la opción de utilizar cámara hiperbárica como parte del tratamiento de FN dado que existen recomendaciones por parte de la UHMS y del ECHM de su utilización en infecciones necrosantes de tejidos blandos (Mathieu et al., 2017).

La lesión en tejidos en la FN es consecuencia de la infección a nivel de la fascia por bacterias que mediante la producción de toxinas citotóxicas provocan varios eventos fisiopatológicos que producen isquemia, hipoxia y muerte celular. La cámara hiperbárica actúa mediante dos vías, primero al aumentar la concentración de O₂ en sangre y su disponibilidad en todos los tejidos, por este medio evita la agresión tisular por hipoxia lo que permite a las células realizar sus funciones y promueve procesos como fagocitosis, neovascularización y producción de colágeno. Su segunda acción recae sobre las bacterias, la presión de O₂ elevada tiene un efecto bactericida por oxidación tanto de proteínas del citoplasma como fosfolípidos y lesiona el ADN incluso en bacterias aerobias lo que también limita la producción de toxinas y ayuda en el transporte antibiótico oxigenodependiente a través de la pared bacteriana promoviendo su acción (Desola, 2017; Frawley et al., 2013; E. C. Sánchez-Rodríguez, 2017). Por estos motivos la oxigenoterapia con cámara hiperbárica se ha investigado como tratamiento coadyuvante de FN demostrando un efecto sinérgico al desbridamiento quirúrgico (Frawley et al., 2013).

Desde la década de 1960 en que se viene utilizando cámara hiperbárica como tratamiento complementario para infecciones necrosantes de tejidos blandos, se han reportado algunos estudios para identificar si existe realmente una asociación entre la aplicación de este tratamiento y una mejoría en el pronóstico del paciente.

Son pocos los estudios que han concluido que no existe una asociación entre el uso de oxigenoterapia hiperbárica (OHB) y la supervivencia del paciente. Autores como Shupak et al., Tharakaram y Keckes, o Tutino et al. (Massey et al., 2012) señalaron a través de sus estudios que el uso de cámara hiperbárica no ofrecía un beneficio en relación con la mortalidad ni morbilidad de los pacientes con infecciones necrosantes que no utilizaron OHB. Así, por ejemplo, Tutino et al. (2022) reportó una mortalidad del 15,4% en pacientes del grupo OHB y una tasa del 10% en pacientes del grupo sin OHB. Sin embargo, estos resultados deben ser analizados con cautela ya que las tasas más bajas de mortalidad en pacientes que no se trataron con cámara hiperbárica pueden deberse a su mejor pronóstico y mejor respuesta frente al tratamiento de

antibioticoterapia y desbridamiento, y, por ende, no necesitaban tratamientos complementarios desde el principio.

Por el contrario, son mayores los estudios que han presentado una asociación entre el uso de cámara hiperbárica y una menor tasa de mortalidad en pacientes con infecciones necrosantes. En los últimos años se han recogido estos resultados en dos revisiones sistemáticas y metaanálisis, uno realizado por Hedetoft et al. (2021), y otro elaborado por Huang et al. (2023). Ambas revisiones concluyeron que la tasa de mortalidad era más baja en el grupo que utilizó OHB. En base al estudio de Huang et al. (2023) la tasa de mortalidad media para el grupo que usó cámara hiperbárica fue de 10,6%, mientras que para el grupo sin OHB fue de 25,6%, además encontró que la incidencia del síndrome de disfunción orgánica múltiple era menor en el grupo con OHB. No ha sido posible identificar la asociación del uso de cámara hiperbárica con otras variables además de la supervivencia debido a que muchos estudios no presentan información completa sobre las características del paciente, del tratamiento para FN y del tratamiento de cámara hiperbárica.

Aquí cabe mencionar el estudio realizado por Mladenov et al. (2022) que es el único en el cual la estratificación de pacientes fue en tres grupos tomando en cuenta la indicación y la viabilidad del uso de cámara hiperbárica: a) sin requerimiento de OHB; b) tratados con OHB; c) no elegibles para OHB debido a contraindicaciones. Los primeros dos grupos presentaron tasas de supervivencia similares: 75,5% y 73,5% respectivamente, resultados positivos para los pacientes con OHB considerando que su pronóstico inicial era significativamente peor y tenían una mayor diseminación de la enfermedad. Mientras que el subgrupo no elegible para OHB presentó una tasa de supervivencia de 36,4% solamente. Este tipo de estratificación posibilita obtener resultados con mayor validez para medir los beneficios del uso de cámara hiperbárica al permitir comparar los resultados entre pacientes que tienen la indicación de OHB y aquellos que a pesar de tener la indicación no pueden someterse a este tratamiento debido a contraindicaciones.

En lo que respecta a los beneficios de la cámara hiperbárica en pacientes con FN específicamente también existen varios estudios. Entre 1994 y 1999, Wilkinson y Doolette realizaron un estudio en el que indicaron una fuerte asociación entre uso de OHB y la supervivencia del paciente, así como una reducción de la incidencia de

amputación. Estudios más actuales como el de Gozal et al. presentaron una reducción de la mortalidad de un 38% al 12,5% al incluir cámara hiperbárica como parte del tratamiento; Riseman et al., por su parte, mostraron una mortalidad menor en el grupo de OHB con una tasa de 23% frente al 66% de mortalidad en el grupo que no usó OHB (Undersea & Hyperbaric Medical Society, 2014). Resultados parecidos se encontraron en los estudios de Hollabaugh et al. y Creta et al. (Huang et al., 2023).

En lo que concierne al uso de cámara hiperbárica específicamente en pacientes pediátricos y neonatales, históricamente ha existido cierta resistencia por los posibles riesgos en esta población. En la literatura se puede encontrar algunas publicaciones sobre serie de casos o casos clínicos sobre el uso de OHB en niños y la experiencia ha permitido establecer que los posibles efectos secundarios en niños son los mismos que se podrían presentar en adultos. Keenan et al. (1998) indicaron que es posible administrar OHB de forma segura en niños críticamente enfermos mientras exista un control estrecho, y que las complicaciones, aunque infrecuentes, pueden ser fácilmente manejadas por un equipo de expertos. De igual manera, en un estudio realizado por Frawley et al. (2013) entre 1998 al 2011, se concluyó que es factible utilizar cámara hiperbárica en niños con tasas de complicaciones bajas. De todas maneras, se recomienda, en el caso de recién nacidos que vayan a ser tratados con OHB, que tengan más de 34,5 semanas de gestación y pesen más de 1,2 kg por las posibles complicaciones debidas a la propia prematuridad (E. C. Sánchez-Rodríguez, 2017).

En la revisión bibliográfica no se pudo encontrar ninguna revisión sistemática sobre los beneficios del uso de OHB como parte del tratamiento de FN en niños. Las bases para el uso de cámara hiperbárica en FN en niños provienen de los resultados de los estudios realizados en adultos. Sin embargo, existen pocas series de casos o casos clínicos presentados en los cuales se ha utilizado OHB en pacientes pediátricos como parte del tratamiento de FN y de otras patologías con resultados favorables. Waisman et al. (1998) indicaron resultados favorables en su estudio realizado entre 1980 y 1997 al utilizar OHB en 139 niños con diversas enfermedades incluida la FN; Johnston et al. demostraron un efecto sinérgico del desbridamiento quirúrgico al usar OHB en siete casos de FN con mionecrosis; Golger y Brogan indicaron bajas tasas de mortalidad al utilizar este tratamiento en niños con FN secundaria a varicela

(Frawley et al., 2013); y en una serie de 7 casos de niños que desarrollaron FN secundaria a onfalitis se observó que dos de ellos, en los que se aplicó OHB, resolvieron su sepsis sistémica con mayor rapidez y que tenían un tejido de granulación más saludable posterior al desbridamiento (Undersea & Hyperbaric Medical Society, 2014).

En el tratamiento en niños es esencial considerar las características y necesidades propias del paciente pediátrico con FN que va a ser sometido a cámara hiperbárica. Por su complejidad al ser pacientes hemodinámicamente inestables necesitan el manejo continuo de pediatras, cirujanos y cuidados intensivos pediátricos. Idealmente deben recibir un monitoreo continuo de parámetros vitales y tener un médico pediatra involucrado durante todo el procedimiento adicional al profesional que maneja la cámara hiperbárica. El centro de cámara hiperbárica debe contar con dispositivos para la administración de O₂ adecuados para cada edad y en el caso de utilizar ventilación mecánica se debe adaptar la configuración para no provocar barotrauma (Hedetoft et al., 2021; Waisman et al., 1998). Previo al uso de cámara hiperbárica los padres deben ser informados sobre el mecanismo de acción, así como los riesgos y complicaciones, los objetivos y limitaciones del tratamiento y los representantes deben dar su consentimiento informado antes de iniciar cualquier sesión (Siewiera et al., 2019).

Se debe descartar patologías que contraindiquen el procedimiento como cardiopatía congénita cianótica o neumotórax (Siewiera et al., 2019). La complicación más frecuente es el barotrauma del oído medio al momento de la compresión y descompresión, por lo que una revisión del canal auditivo, antes y después del tratamiento debe ser realizada. Esta lesión puede ser evitada con maniobras de valsalva o por alargamiento en los tiempos de compresión y descompresión, se recomienda la realización de una miringotomía bilateral con o sin colocación de drenaje timpánico en pacientes donde exista un alto riesgo de barotrauma (García-Cubillana et al., 2005). Otra complicación frecuente es la poca disposición del paciente pediátrico a entrar a la cámara hiperbárica por lo que se aconseja la presencia y acompañamiento de un familiar de preferencia dentro de la cámara; se debe realizar una valoración al familiar para descartar posibles complicaciones por el tratamiento con OHB (Waisman et al., 1998).

El esquema de tratamiento cambia dependiendo del centro donde se realiza y se basa en estudios de seguridad y efectividad según el objetivo terapéutico. Se ha evidenciado que la presión de O₂ mayor a 1,3 ATA tiene efecto bactericida y que no sobrepasar las 3 ATA disminuye el riesgo de complicaciones, excepto en casos especiales como lesión cerebral donde no se recomienda usar una presión mayor a 1,5 ATA por riesgo a alterar el metabolismo de la glucosa en el cerebro (Jain, 2017b). El número de sesiones y el tiempo de duración de estas tampoco tiene un esquema aceptado ampliamente en pacientes pediátricos. Algunos autores recomiendan sesiones de 40 hasta 120 minutos y el uso de 3 sesiones el primer día disminuyendo una sesión diaria hasta el tercer día y continuar con una sesión diaria hasta los 10 días en FN, mientras otros autores prefieren la valoración clínica de los objetivos terapéuticos y valorar el número de sesiones dependiendo la evolución de cada caso (Hedetoft et al., 2021; Latham, 2020).

En el caso descrito la paciente representa un reto terapéutico que puso a prueba a los servicios clínicos y quirúrgicos del Hospital Pediátrico Baca Ortiz. El caso se discutió intensamente y se decidió, después de una junta médica del servicio de cirugía plástica, el uso inédito en el hospital de cámara hiperbárica en una paciente lactante con FN con mal pronóstico. Se realizaron 5 sesiones utilizando entre 1,5 y 1,7 ATA y se valoró en el quirófano el resultado después de la segunda sesión encontrando una evolución favorable tanto en control de infección, así como en la calidad de los tejidos; y, al terminar la quinta sesión se decidió el cierre de la herida debido a que no presentaba signos de infección y existía tejido de granulación, con colgajos vitales.

Aunque los resultados obtenidos al utilizar cámara hiperbárica como tratamiento complementario de la paciente fueron favorables, y aunque existen algunas series de casos y casos de estudio que muestran los beneficios que la terapia de OHB puede ofrecer para pacientes pediátricos y lactantes con FN, aún es necesario establecer bases científicas y clínicas en pacientes pediátricos que permitan el uso y administración racional de esta terapia para que pueda considerarse el estándar en el tratamiento de infecciones necrosantes de tejidos blandos (Mathieu et al., 2017; Siewiera et al., 2019).

Varios autores han mencionado que no existen ensayos controlados aleatorios que respalden el uso de OHB en FN y que sirvan como una fuerte evidencia científica. Sin embargo, la posibilidad de llevar a cabo este estudio es prácticamente nula. Por un lado, la FN es una enfermedad poco común con características variables en cuanto a su localización y gravedad, por lo cual sería necesario la cooperación entre varias unidades médicas para recolectar los datos suficientes para este tipo de investigación, pero esto representa un desafío dado que los enfoques quirúrgicos y de antibioticoterapia en diversas unidades hospitalarias son distintos, al igual que la duración y frecuencia del tratamiento de OHB (Huang et al., 2023; Levett et al., 2015). Por lo tanto, el primer paso sería establecer protocolos a nivel nacional para estandarizar en lo posible los procesos de tratamiento de FN y de terapia con cámara hiperbárica. Y, por otro lado, no sería ético privar a los pacientes de acceder a la terapia con OHB cuando pueden obtener algún beneficio así sea mínimo (Desola, 2017). Jain (2017c) indica que, frente a esta dificultad, una revisión cuidadosa en una población pequeña de pacientes con estudios longitudinales puede resultar más útil.

La terapia de OHB debe ser llevada a cabo por profesionales con formación especializada que se encuentren presentes durante todo el tratamiento y con la utilización de cámaras con certificación. Lastimosamente, la falta de una legislación que regule este tipo de procesos puede llevar a la apertura incontrolada de centros de medicina hiperbárica que no cumplan con los estándares de calidad y medidas de seguridad tanto en temas técnicos, sanitarios y del personal (Sánchez-Rodríguez, 2017).

Implementar OHB en el sector público de la salud implica un alto costo en el corto plazo, pero a mediano y largo plazo puede ser una inversión rentable debido a la reducción en los días de hospitalización, disminución en el consumo de medicinas y limitación en exploraciones complementarias (Desola, 2017)

CAPÍTULO VI

6. Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

La FN es una patología poco frecuente que en su mayoría se presenta en pacientes adultos con enfermedades crónicas como diabetes o relacionada a infecciones de tejidos blandos graves cercanas a la región genitourinaria o perianal. Su aparición en lactantes es rara con una incidencia baja de modo tal que se describe en la literatura que un médico podría llegar a ver un solo caso similar en toda su carrera.

El diagnóstico de FN es difícil en su estadio inicial en pacientes de cualquier edad, incluso para médicos experimentados. Signos de esta enfermedad como el edema, eritema, y dolor están presentes en múltiples patologías, por lo que una valoración completa de la historia clínica que incluya factores de riesgo, exámenes complementarios y un examen físico detallado que describa la evolución de estos signos para notar la velocidad de instauración, son datos que nos ayudan al diagnóstico. La aplicación de la escala LRINEC también ayuda con el diagnóstico de FN en pacientes adultos, pero en población pediátrica esta escala no ha sido estudiada por lo que se desconoce su utilidad. Valores de hemoglobina baja, PCR elevado y creatina quinasa elevada orientan el diagnóstico de FN en pacientes pediátricos. Actualmente no existe ningún algoritmo validado para el diagnóstico de FN pediátrica, por lo que la identificación de NF en la población pediátrica sigue siendo un desafío dadas las similitudes entre su sintomatología temprana y el de la celulitis no complicada. El médico debe tener un alto grado de sospecha al valorar infecciones de tejidos blandos e incluir la FN en su análisis de diagnóstico diferencial teniendo en cuenta que su identificación temprana tiene una gran repercusión en el pronóstico de la enfermedad.

Al revisar el caso planteado de FN junto a la investigación bibliográfica se puede identificar los problemas que se presentaron durante el manejo clínico quirúrgico descrito. El retraso en el diagnóstico está reportado por lo confuso de los signos en su etapa inicial. La presencia de eritema, dolor y edema presentes llevaron al diagnóstico de celulitis y esto se mantuvo en el tiempo hasta que la evolución del

cuadro clínico llevó al diagnóstico de FN, esto evidencia lo poco familiarizado que el personal estaba sobre el cuadro de FN que coincide con su baja incidencia en lactantes. Otro punto a considerar es el relacionado a la primera toma de cultivo que fue realizado con hisopado superficial, lo cual no es aconsejado por el IDSA por el riesgo de falsos negativos.

Las guías internacionales indican que una vez que se haya realizado el diagnóstico de FN el tratamiento a seguir es la administración de antibiótico y el desbridamiento quirúrgico. Los dos pilares fundamentales para el tratamiento se realizaron de forma inmediata. Se mantuvo un manejo multidisciplinario con el apoyo de médicos emergenciólogos, pediatras, psicólogos, ginecólogos, anestesiólogos, cirujanos generales y cirujanos plásticos, y el personal médico tuvo el criterio adecuado de identificar los límites del tratamiento al no obtener una mejoría esperada, y aplicar un tratamiento coadyuvante inédito para FN en el Hospital Pediátrico Baca Ortiz. La cámara hiperbárica permitió resolver el proceso infeccioso, mejorar la calidad de los tejidos y realizar un cierre adecuado de la herida conservando los grados de movilidad del muslo y la cadera con una cicatriz plana que no ha presentado complicaciones funcionales y que es estéticamente aceptable.

El uso de cámara hiperbárica se presenta como un terapia factible y con resultados favorables en el caso de estudio presentado. Organizaciones como el UHMS y el ECHM la indican para el tratamiento de infecciones necrosantes de tejidos blandos, dentro de las cuales podemos mencionar a la FN, debido a su efecto microbiano y su influjo en la aceleración en la cicatrización de heridas. Existe evidencia en revisiones sistemáticas y metaanálisis del beneficio que ofrece la terapia con OHB en cuanto a la supervivencia del paciente y la reducción de la tasa de amputaciones en pacientes con infecciones necrosantes. Sin embargo, estas revisiones se han enfocado en adultos debido a que su incidencia es más alta en esta población y por ende es más viable recolectar información para realizar este tipo de análisis.

La decisión de utilizar cámara hiperbárica en niños generalmente está justificada por los resultados obtenidos con pacientes adultos. No obstante, en la literatura se han podido encontrar series de casos o casos clínicos que han permitido establecer que los efectos secundarios en niños son los mismos que se podrían presentar en adultos, y que es posible aplicar esta terapia en niños de una manera segura con bajas

complicaciones que pueden ser fácilmente manejadas por un equipo de expertos. De igual manera, existe un número limitado de casos que respaldan el uso de cámara hiperbárica en pacientes pediátricos con infecciones necrosantes con resultados favorables.

En cuanto al esquema de tratamiento de OHB, es decir, la presión, duración y número de sesiones, se ha podido determinar que varía dependiendo del centro donde se realiza y se basa en estudios de seguridad y efectividad según el objetivo terapéutico. El tratamiento usual aplicado en adultos consiste en sesiones de 40 a 120 minutos, entre 2 y 3 ATA, con tres sesiones el primer día, que van disminuyendo hasta una sesión diaria que se mantiene hasta superar la enfermedad, mientras que no se encontraron protocolos para el uso de OHB en niños pero se identificó que generalmente se utilizan presiones bajas para reducir el riesgo de complicaciones.

Para la aplicación de la terapia de cámara hiperbárica en pacientes pediátricos es necesario tomar las mismas precauciones que con un paciente adulto, pero se deben tomar en consideración las características propias de esta población y descartar patologías que contraindiquen el procedimiento. Además de la importancia de contar con profesionales especializados tanto para el manejo del paciente como para el manejo de la cámara hiperbárica.

En conclusión, la revisión de caso demuestra que es factible utilizar cámara hiperbárica como terapia complementaria con resultados favorables para tratar FN en una paciente lactante. Sin embargo, hay que recordar que el uso de OHB será ineficaz si el paciente no ha recibido previamente el tratamiento para FN que implica desbridamiento a tiempo y antibioticoterapia.

6.2 Recomendaciones

- Se debe continuar con investigaciones sobre FN en población pediátrica y el uso de cámara hiperbárica en esta población mejorando la calidad de información con datos completos como: sexo, edad al ingreso, traslado desde otro hospital, diagnóstico de FN, localización de la enfermedad, signos y síntomas, intensidad del dolor, parámetros de laboratorio, patógenos antes del tratamiento, diagnóstico de sepsis, LRINEC, patógenos de heridas, número y tipo de comorbilidades, número y tiempos de desbridamientos, tipo y dosis de antibióticos, otro tipo de intervenciones, cierre asistido por vacío (VAC; sí/no), número de cambios de VAC, uso de OHB y sus contraindicaciones, duración de tratamiento, ATA, cobertura de defectos, días de hospitalización, estancia en UCI y complicaciones. Esto será de utilidad para que revisiones sistemáticas futuras puedan contar con información completa y de alta calidad.
- Se recomienda considerar la creación de unidades con cámara hiperbárica en hospitales de tercer nivel de atención, dada su versatilidad y las numerosas aplicaciones que ofrece en diversas especialidades médicas. Además, se insta a promover su integración en los protocolos de tratamiento para la FN, junto con el desarrollo de un algoritmo de manejo específico. Este algoritmo debería identificar de manera efectiva a los pacientes que pueden obtener beneficios de la terapia hiperbárica y garantizarles una atención segura y eficaz a lo largo de su tratamiento.
- El gobierno mediante sus instituciones de control debe establecer una regulación sólida que garantice la seguridad de los usuarios y asegure que las cámaras hiperbáricas privadas y públicas cumplan con los estándares mínimos de calidad y seguridad. La falta de regulación plantea riesgos potenciales, como incendios y tratamientos ineficaces. Priorizar la seguridad de los pacientes y la supervisión adecuada de estas instalaciones es fundamental para mejorar la atención médica y proteger la salud pública en el país.

7. Bibliografía

- Beccari, R., & Auquit-Auckbur, I. (2020). Dermohipodermatitis bacterianas necrosantes y fascitis necrosantes. *EMC - Cirugía Plástica Reparadora y Estética*, 28(1), 1–16. [https://doi.org/10.1016/S1634-2143\(20\)43842-7](https://doi.org/10.1016/S1634-2143(20)43842-7)
- Bennett, J., Dolin, R., & Blaser, M. (2019). Infecciones por bacterias grampositivas. In *Mandell, Douglas y Bennett. Enfermedades infecciosas. Principios y práctica* (9a ed., Vol. 1, pp. 319–349). Elsevier.
- Bhalla, T., Nar, A. S., Singh, R. P., Jindal, R., Bhalla, A., & Mishra, A. (2022). Clinical Diagnosis, Management and Microbiological Profiling of Necrotizing Soft Tissue Infections - A Prospective Study of North India Region. *Chirurgia (Bucharest, Romania : 1990)*, 117(5), 572–578. <https://doi.org/10.21614/CHIRURGIA.2745>
- Blatteau, J.-E., Coulange, M., Parmentier-Decrucq, E., Poussard, J., Louge, P., de Maistre, S., Pignel, R., Lehot, H., Morin, J., Druelle, A., Esnault, P., & Meaudre, E. (2019). Oxigenoterapia hiperbárica, principios e indicaciones. *EMC - Anestesia-Reanimación*, 45(4), 1–18. [https://doi.org/10.1016/S1280-4703\(19\)42975-7](https://doi.org/10.1016/S1280-4703(19)42975-7)
- Desola, J. (2017). Oxigenoterapia hiperbárica en el siglo xxi. Análisis crítico y reflexiones. *Formación Médica Continuada En Atención Primaria*, 24, 116–133. <https://doi.org/10.1016/j.fmc.2016.11.004>
- Eneli, I., & Davies, H. D. (2007). Epidemiology and Outcome of Necrotizing Fasciitis in Children: An Active Surveillance Study of the Canadian Paediatric Surveillance Program. *The Journal of Pediatrics*, 151(1), 79-84.e1. <https://doi.org/10.1016/J.JPEDS.2007.02.019>
- Eugenie, C., Albert, D. M., & Diane, F. (2020). The use of Integra® for abdominal reconstruction after a necrotizing fasciitis in a child. *Journal of Pediatric Surgery Case Reports*, 59, 101518. <https://doi.org/10.1016/j.epsc.2020.101518>
- Faunø Thrane, J., & Ovesen, T. (2019). Scarce evidence of efficacy of hyperbaric oxygen therapy in necrotizing soft tissue infection: a systematic review.

Infectious Diseases (London, England), 51(7), 485–492.
<https://doi.org/10.1080/23744235.2019.1597983>

Fernando, S. M., Tran, A., Cheng, W., Rochweg, B., Kyeremanteng, K., Seely, A. J. E., Inaba, K., & Perry, J. J. (2019). Necrotizing Soft Tissue Infection: Diagnostic Accuracy of Physical Examination, Imaging, and LRINEC Score: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Annals of Surgery*, 269(1), 58–65.
<https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000002774>

Ferrer Lozano, Y., & Trofimova, Y. M. (2018). Fascitis necrosante. Actualización del tema Necrotizing fasciitis. Updating on the topic. *Medisur*, 16(6), 26–38.

Frawley, G., Benet, M., Thistlethwaite, K., & Banham, N. (2013). Australian paediatric hyperbaric oxygen therapy 1998-2011. *Anaesthesia and Intensive Care*, 41(1), 74–81. <https://doi.org/10.1177/0310057X1304100113>

García-Covarrubias, L., & Cuauhtémoc Sánchez-Rodríguez, E. (2000). *Terapia con oxigenación hiperbárica, conceptos básicos*. 136(1).

García-Cubillana, J. M., Martínez Izquierdo, A., Samalea Pérez, F., Salas Pardo, E., & Martínez Infante, J. (2005). Oxigenoterapia hiperbárica en Pediatría. *Vox Paediatrica*, 13(1), 7–14.
<https://spaoyex.es/sites/default/files/pdf/Voxpaed13.1pags7-14.pdf>

Hedetoft, M., Bennett, M. H., & Hyldegaard, O. (2021). Adjunctive hyperbaric oxygen treatment for necrotising soft-tissue infections: A systematic review and meta-analysis. *Diving and Hyperbaric Medicine*, 51(1), 34–43.
<https://doi.org/10.28920/dhm51.1.34-43>

Hospital General Docente de Calderón. (2019). Protocolo de manejo de pacientes con infecciones de partes blandas. In *Ministerio de Salud Pública del Ecuador* (pp. 1–17).

Hua, C., Urbina, T., Bosc, R., Parks, T., Sriskandan, S., de Prost, N., & Chosidow, O. (2023). Necrotising soft-tissue infections. *The Lancet. Infectious Diseases*, 23(3), e81–e94. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(22\)00583-7](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(22)00583-7)

- Huang, C., Zhong, Y., Yue, C., He, B., Li, Y., & Li, J. (2023). The effect of hyperbaric oxygen therapy on the clinical outcomes of necrotizing soft tissue infections: a systematic review and meta-analysis. *World Journal of Emergency Surgery: WJES*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/S13017-023-00490-Y>
- Jain, K. K. (2017a). Indications, Contraindications, and Complications of HBO Therapy. *Textbook of Hyperbaric Medicine*, 79–84. https://doi.org/10.1007/978-3-319-47140-2_8
- Jain, K. K. (2017b). Physical, Physiological, and Biochemical Aspects of Hyperbaric Oxygenation. *Textbook of Hyperbaric Medicine*, 11–22. https://doi.org/10.1007/978-3-319-47140-2_2
- Jain, K. K. (2017c). Research in Hyperbaric Medicine. *Textbook of Hyperbaric Medicine*, 583–588. https://doi.org/10.1007/978-3-319-47140-2_45
- Jain, K. K. (2017d). The History of Hyperbaric Medicine. *Textbook of Hyperbaric Medicine*, 3–9. https://doi.org/10.1007/978-3-319-47140-2_1
- Jung, N., & Eckmann, C. (2019). Essentials in the management of necrotizing soft-tissue infections. *Infection*, 47(4), 677–679. <https://doi.org/10.1007/S15010-019-01316-3>
- Keenan, H. T., Bratton, S. L., Norkool, D. M., Brogan, T. V., & Hampson, N. B. (1998). Delivery of hyperbaric oxygen therapy to critically ill, mechanically ventilated children. *Journal of Critical Care*, 13(1), 7–12. [https://doi.org/10.1016/S0883-9441\(98\)90023-5](https://doi.org/10.1016/S0883-9441(98)90023-5)
- Latham, E. (2020). *Hyperbaric Oxygen Therapy: Overview, Hyperbaric Physics and Physiology, Contraindications*. Medscape. <https://emedicine.medscape.com/article/1464149-overview>
- Levett, D., Bennett, M. H., & Millar, I. (2015). Adjunctive hyperbaric oxygen for necrotizing fasciitis. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 1(1). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007937.PUB2>
- Massey, P. R., Sakran, J. V., Mills, A. M., Sarani, B., Aufhauser, D. D., Sims, C. A., Pascual, J. L., Kelz, R. R., & Holena, D. N. (2012). Hyperbaric oxygen therapy

in necrotizing soft tissue infections. *The Journal of Surgical Research*, 177(1), 146–151. <https://doi.org/10.1016/J.JSS.2012.03.016>

Mathieu, D., Marroni, A., & Kot, J. (2017). Tenth European Consensus Conference on Hyperbaric Medicine: recommendations for accepted and non-accepted clinical indications and practice of hyperbaric oxygen treatment. *Diving and Hyperbaric Medicine*, 47(1), 24–31. <https://doi.org/10.28920/DHM47.1.24-32>

Mladenov, A., Diehl, K., Müller, O., von Heymann, C., Kopp, S., & Peitsch, W. K. (2022). Outcome of necrotizing fasciitis and Fournier's gangrene with and without hyperbaric oxygen therapy: a retrospective analysis over 10 years. *World Journal of Emergency Surgery: WJES*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/S13017-022-00448-6>

Nawijn, F., de Gier, B., Brandwagt, D. A. H., Groenwold, R. H. H., Keizer, J., & Hietbrink, F. (2021). Incidence and mortality of necrotizing fasciitis in The Netherlands: the impact of group A Streptococcus. *BMC Infectious Diseases*, 21(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/S12879-021-06928-5/FIGURES/4>

Ortega, M. A., Fraile-Martinez, O., García-Montero, C., Callejón-Peláez, E., Sáez, M. A., Álvarez-Mon, M. A., García-Honduvilla, N., Monserrat, J., Álvarez-Mon, M., Bujan, J., & Canals, M. L. (2021). A General Overview on the Hyperbaric Oxygen Therapy: Applications, Mechanisms and Translational Opportunities. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 57(9). <https://doi.org/10.3390/MEDICINA57090864>

Pasternack, M. S., & Swartz, M. N. (2014). Cellulitis, Necrotizing Fasciitis, and Subcutaneous Tissue Infections. *Mandell, Douglas, and Bennett's Principles and Practice of Infectious Diseases*, 1, 1194–1215. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-4801-3.00095-3>

Salati, S. A. (2022). Necrotizing fasciitis a review. *Polski Przegląd Chirurgiczny*, 95(2), 1–8. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0015.7676>

Sánchez-Rodríguez, C. (2017). Hyperbaric Medicine in Latin America. *Textbook of Hyperbaric Medicine*, 623–625. https://doi.org/10.1007/978-3-319-47140-2_51

- Sánchez-Rodríguez, E. C. (2017). Use of Hyperbaric Oxygenation (HBO) in Neonatal Patients. *Textbook of Hyperbaric Medicine*, 491–498. https://doi.org/10.1007/978-3-319-47140-2_34
- Sarez, F., & Suquilanda, A. (2023). *Prevalencia de Fascitis Necrotizante en Pacientes atendidos en el Hospital General Guasmo Sur durante el año 2019-2022*. [Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/21233/1/T-UCSG-PRE-MED-1493.pdf>
- Sartelli, M., Coccolini, F., Kluger, Y., Agastra, E., Abu-Zidan, F. M., Abbas, A. E. S., Ansaloni, L., Adesunkanmi, A. K., Atanasov, B., Augustin, G., Bala, M., Baraket, O., Baral, S., Biffi, W. L., Boermeester, M. A., Ceresoli, M., Cerutti, E., Chiara, O., Cicuttin, E., ... Catena, F. (2021). WSES/GAIS/SIS-E/WSIS/AAST global clinical pathways for patients with intra-abdominal infections. *World Journal of Emergency Surgery: WJES*, 16(1), 49. <https://doi.org/10.1186/S13017-021-00387-8>
- Schroder, A., Gerin, A., Firth, G. B., Hoffmann, K. S., Grieve, A., & Von Sochaczewski, C. O. (2019). A systematic review of necrotising fasciitis in children from its first description in 1930 to 2018. *BMC Infectious Diseases*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/S12879-019-3941-3>
- Siewiera, J., Mews, J., Królikowska, K., Kalicki, B., & Jobs, K. (2019). Hyperbaric oxygenation in pediatrics: indications in the light of evidence - based medicine. *Developmental Period Medicine*, 23(2), 142–148. <https://doi.org/10.34763/DEVPERIODMED.20192302.142148>
- Singh, D. K., Kapoor, R., Yadav, P. S., Saxena, S., Agarwal, K., Solanki, R. S., Gupta, A., Choudhury, S. R., & Chadha, R. (2022). Morbidity and Mortality of Necrotizing Fasciitis and Their Prognostic Factors in Children. *Journal of Indian Association of Pediatric Surgeons*, 27(5), 577. https://doi.org/10.4103/JIAPS.JIAPS_222_21
- Tessier, J. M., Sanders, J., Sartelli, M., Ulrych, J., De Simone, B., Grabowski, J., Buckman, S., & Duane, T. M. (2020). Necrotizing Soft Tissue Infections: A Focused Review of Pathophysiology, Diagnosis, Operative Management,

Antimicrobial Therapy, and Pediatrics. *Surgical Infections*, 21(2), 81–93. <https://doi.org/10.1089/SUR.2019.219>

Tobeña Rué, M., Coll Usandizaga, F., García Fontecha, C., Bartolomé Comas, R., & Moraga Llop, F. A. (2009). Fascitis necrosante por *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina adquirido en la comunidad productor de leucocidina de Panton-Valentine. *Anales de Pediatría*, 70(4), 374–378. <https://doi.org/10.1016/J.ANPEDI.2008.11.027>

Tuta-Quintero, E., Rueda-Rodríguez, A., & Mantilla-Flórez, Y. F. (2022). Necrotizing soft tissue infections. How to identify, classify and treat them? *Medicina Interna de Mexico*, 38(3), 595–605. <https://doi.org/10.24245/MIM.V38I3.3963>

Tutino, R., Colli, F., Rizzo, G., Bonventre, S., Scerrino, G., Salamone, G., Melfa, G., Orlando, G., Gallo, G., Santarelli, M., Massani, M., & Cocorullo, G. (2022). Which Role for Hyperbaric Oxygen Therapy in the Treatment of Fournier's Gangrene? A Retrospective Study. *Frontiers in Surgery*, 9. <https://doi.org/10.3389/FSURG.2022.850378>

Undersea & Hyperbaric Medical Society. (2014). *Indications for hyperbaric oxygen therapy* (13th edition). <https://www.uhms.org/resources/hbo-indications.html>

Van Hoesen, K. (2023). Hyperbaric medicine. In *Auerbach's Wilderness Medicine* (7a ed., pp. 1619–1635). Elsevier.

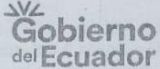
Vandermeulen, H., Pernica, J. M., Roy, M., & Kam, A. J. (2017). A 10-Year Review of Necrotizing Fasciitis in the Pediatric Population: Delays to Diagnosis and Management. *Clinical Pediatrics*, 56(7), 627–633. <https://doi.org/10.1177/0009922816667314>

Waisman, D., Shupak, A., Weisz, G., & Melamed, Y. (1998). Hyperbaric oxygen therapy in the pediatric patient: the experience of the Israel Naval Medical Institute. *Pediatrics*, 102(5). <https://doi.org/10.1542/PEDS.102.5.E53>

Zundel, S., Lemaréchal, A., Kaiser, P., & Szavay, P. (2017). Diagnosis and Treatment of Pediatric Necrotizing Fasciitis: A Systematic Review of the Literature. *European Journal of Pediatric Surgery*, 27(2), 127–137. <https://doi.org/10.1055/S-0036-1584531/ID/JR163702REV-18/BIB>

8. Anexos

Anexo 1. Factibilidad técnica aprobada del proyecto por parte del Hospital Pediátrico Baca Ortiz

 **Gobierno del Ecuador**

GUILLERMO LASSO
PRESIDENTE

Ministerio de Salud Pública
Coordinación Zonal 9 – Salud
Hospital Especializado Pediátrico Baca Ortiz
Gerencia Hospitalaria

Oficio Nro. MSP-HPBO-2023-1146-O
Quito, D.M., 18 de agosto de 2023

Asunto: Factibilidad técnica APROBADA del proyecto: "Fascitis necrosante en región inguinal en un lactante de un mes de edad. Intervención innovadora con cámara hiperbárica en el Hospital Pediátrico Baca Ortiz. Reporte de un caso y revisión de literatura"

Señor
José Luis Obando Navas
En su Despacho

De mi consideración:

Por medio del presente remito a usted en documento adjunto la evaluación técnica del proyecto titulado: "Fascitis necrosante en región inguinal en un lactante de un mes de edad. Intervención innovadora con cámara hiperbárica en el Hospital Pediátrico Baca Ortiz. Reporte de un caso y revisión de literatura" que será llevado a cabo por el investigador José Luis Obando Navas con CI 1719595884; en conjunto José Julio Bracho Torres con CI 1703773257, en calidad de Responsable del Servicio de Cirugía Plástica del Hospital Pediátrico Baca Ortiz.

En virtud de que esta investigación se trata de un Reporte de Caso, el presente protocolo de investigación no requiere de la aprobación de un Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos (CEISH).

Por ello, se adjunta Factibilidad Técnica APROBADA con Nro. Expediente: HBOGDI-IC20230013.

Con sentimientos de distinguida consideración,

Atentamente,


*recibido
24-08-2023*

Documento firmado electrónicamente

Dra. Natalia Sofía Alvaro Ramírez
GERENTE HOSPITAL PEDIÁTRICO BACA ORTIZ

Referencias:
- MSP-HPBO-SECGEN-2023-0925-E

Dirección: Av. 6 de Av. 6 de Diciembre s/n y Av. Cristóbal Colón Esq.
Código postal: 170523 / Quito-Ecuador, **Teléfono:** +593-2-3942-800
www.hbo.gob.ec



1/2

Oficio Nro. MSP-HPBO-2023-1146-O

Quito, D.M., 18 de agosto de 2023

Anexos:

- 0925-e-puce-posgradista_c.plastica-factibilidad_técnica_de_propuesta_de_investigación.pdf
- ft_aprobada-signed-signed0912866001692359831.pdf
- requisitos_caso_de_estudio_jose_obando.pdf

Copia:

Señor Magíster
Fabian Dario Arias Rodriguez
Médico/a General en Funciones Hospitalarias

Señor Especialista
Luis Gerardo Espín Villamarín
Médico Especialista en Traumatología 1 - Responsable de Unidad de Traumatología

Señorita Magíster
Jenny Aracely Maza Chamba
Medico / A General en Funciones Hospitalarias - Responsable de Docencia e Investigación

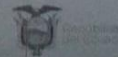
Señor Especialista
José Julio Bracho Torres
Médico Especialista en Cirugía Plástica

faria/JMAZA/rsama



NATALIA SOFIA
ALVARO RAMIREZ

Dirección: Av. 6 de Av. 6 de Diciembre s/n y Av. Cristóbal Colón Esq.
Código postal: 170523 / Quito-Ecuador, **Teléfono:** +593-2-3942-800
www.hbo.gob.ec





Quito, 18 de Agosto de 2023

INFORME EVALUACIÓN TÉCNICA

DATOS GENERALES DEL PROYECTO

Título del proyecto	"Fascitis necrosante en región inguinal en un lactante de un mes de edad. Intervención innovadora con cámara hiperbárica en el Hospital Pediátrico Baca Ortiz. Reporte de un caso y revisión de literatura"	
Nombre de los/las investigadores/as y/o tutores	José Luis Obando Navas	José Julio Bracho Torres
Datos de contacto (CI, telf, email)	ci: 1719595884 joseobando614@gmail.com	ci: 1703773257 julio.bracho@hbo.gob.ec
Instituciones participantes	Pontificia Universidad Católica del Ecuador	Hospital Pediátrico Baca Ortiz
Duración	1 MES	
Servicio donde se realizará el trabajo	Servicio de Cirugía Plástica del Hospital Pediátrico Baca Ortiz	




OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

TÍTULO	COMENTARIO
TÍTULO	Sin comentario
RESUMEN	Sin comentario
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN / JUSTIFICACIÓN	Sin comentario
MARCO TEÓRICO	Sin comentario
OBJETIVOS	Sin comentario
HIPÓTESIS	Sin comentario
METODOLOGÍA	Sin comentario
RESULTADOS	Sin comentario
CRONOGRAMA DE TRABAJO	Sin comentario
ANEXOS / RECOMENDACIONES	No requiere la aprobación de un CEISH por ser un reporte de caso.


Con estos antecedentes se da el dictamen de

FACTIBILIDAD TÉCNICA: APROBADA

Nro. Expediente: HBOGDI-IC20230013

	NOMBRE	CARGO	FIRMA
Aprobado por:	Dra. Mariel Acosta	Responsable de Gestión de Docencia e Investigación	 SANDRA MARIEL ACOSTA NARANJO
Revisado por:	Dr. Luis Espín	Responsable del proceso de Investigación	 LUIS GERARDO ESPIN VILLAMARIN
Elaborado:	Dr. Fabián Arias	Gestión de Docencia e Investigación	 FABIAN DARIO ARIAS RODRIGUEZ

Anexo 2. Carta de exención emitida por el Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos del Hospital Pediátrico Baca Ortiz

 **Gobierno del Ecuador**

GUILLERMO LASSO
PRESIDENTE

Carta de exención

Of. No. 033-CEISH-HPBO-2023

Quito, 05 de septiembre de 2023

Señor,
José Luis Obando Navas
Investigador Principal
Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Presente

De mi consideración,

El Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos de Hospital Pediátrico Baca Ortiz (CEISH-HPBO), una vez que revisó el estudio de caso titulado: "Fascitis necrosante en región inguinal en un lactante de un mes de edad. Intervención innovadora con cámara hiperbárica en el Hospital Pediátrico Baca Ortiz. Reporte de un caso y revisión de literatura.", codificado como 017-CEISH-HPBO-EX2023, notifica a Usted que este proyecto es una investigación exenta de evaluación por parte del CEISH-HPBO, de acuerdo con lo establecido en la normativa legal vigente.

Descripción de la Investigación:


- Tipo de estudio: Reporte de caso
- Duración del estudio: N/A
- Instituciones participantes: Hospital Pediátrico Baca Ortiz
- Investigadores del estudio: José Luis Obando Navas


Documentación de la Investigación:

Nombre de Documentos	Número de páginas	Fecha
Solicitud de exención de revisión del protocolo de investigación dirigida al presidente del CEISH-HPBO en la que se justifique las razones para considerarlo exento	1	24/08/2023
Presentación del caso o reporte de caso clínico	3	24/08/2023
Carta de la máxima autoridad del Hospital Pediátrico "Baca Ortiz"	2	24/08/2023
Consentimiento Informado	3	24/08/2023


Esta carta de exención tiene una vigencia de un año, contado desde la fecha de recepción de esta documentación. La investigación deberá ejecutarse de conformidad a lo descrito en el protocolo de investigación presentado al CEISH-HPBO. Cualquier modificación a la documentación antes descrita, deberá ser presentada a este Comité para su revisión y aprobación.

Atentamente,


MARIA DOLORES NIETO
GALLEGOS
Presidente
Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos del Hospital Pediátrico "Baca Ortiz"


JIMMY ZAVIERA
AGUIRRE ALVARADO
Secretario
Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos del Hospital Pediátrico "Baca Ortiz"

Ministerio de Salud Pública
Hospital General Docente de Calderón
Dirección: Av. Capitán Giovanni Calles y Derbi, vía a Marianas
Código postal: 170201 / Quito-Ecuador / Teléfono: +593-2-3952 700
www.hgdc.gob.ec

 República del Ecuador