

Curso 2021-2022

TRABAJO FIN DE GRADO

TRATAMIENTO ACTUAL DE LAS LESIONES POR CONGELACIÓN

Autor:

Héctor Martínez Domínguez

Directores:

Dr. Ismael Gil Romea

Dra. María Jesús Moreno Murallas

Facultad de Medicina

RESUMEN

Objetivo y métodos: Revisar las últimas actualizaciones en el tratamiento de las congelaciones, describiendo las medidas que pueden ser tomadas tanto en el medio hospitalario como extrahospitalario, exponiendo cuales son las más eficaces para reducir las complicaciones y secuelas posteriores clasificándolas según su grado de recomendación. Se ha hecho una revisión bibliográfica en PubMed y Web of Science de literatura disponible publicada entre 2011 y 2021.

Resultados: La prevención es la medida más importante a tomar para evitar que se llegue a producir una lesión por congelación. Una vez que esta ha ocurrido, en el medio extrahospitalario se debe proteger al paciente del frío, tratar la hipotermia, mantenerlo hidratado e iniciar un recalentamiento rápido si no hay riesgo de que se vuelva a congelar la extremidad y el tiempo de evacuación es superior a dos horas. Cuando el paciente llega al hospital se debe reevaluar su situación continuando con el tratamiento iniciado en el campo e iniciar la terapia trombolítica en las primeras 24h si no existe contraindicación. Entre las 24h y las 72h tras el recalentamiento o en situaciones que el empleo de tPA está contraindicado, el uso de Iteoprost se ha postulado como una alternativa eficaz. La amputación se reserva como última línea en situaciones que el tratamiento médico haya fracasado y el tejido se haya necrosado; y para fases tempranas en las que hay signos de gangrena o sepsis.

Es importante la realización de técnicas de imagen como angio-resonancia o Gammagrafía ósea con Tc99 tanto para la evaluación inicial de la lesión como para la monitorización del tratamiento y la respuesta al mismo.

Conclusiones: Las lesiones por congelación de grados I y II se pueden tratar por lo general de forma ambulatoria, mientras que las lesiones profundas (grados III y IV), requieren hospitalización para su monitorización y tratamiento mediante trombolíticos, vasodilatadores o cirugía. La trombólisis e Iteoprost han mostrado resultados beneficiosos a la hora de reducir las secuelas y morbilidades posteriores. Existen tratamientos novedosos como oxigenoterapia hiperbárica o pentoxifilina que si confirman los resultados beneficiosos de algunos estudios supondrían una mejora en el tratamiento de las congelaciones.

ABSTRACT

Objective and methods: Review the latest updates in the treatment of frostbite, describing the measures that can be taken both in the hospital and out-of-hospital settings, stating which are the most effective at reducing complications and subsequent sequelae, classifying them according to their degree of recommendation. A bibliographic review has been made in PubMed and Web of Science of available literature published between 2011 and 2021.

Results: Prevention is the most important measure to take to prevent freezing injury from occurring. Once this has occurred, in the out-of-hospital setting, the patient should be protected from cold, treated for hypothermia, kept hydrated, and started rapid rewarming if there is no risk of refreezing the limb and the evacuation time is greater than two hours. When the patient arrives at the hospital, their situation should be reassessed, continuing with the treatment started in the field and starting thrombolytic therapy in the first 24 hours if there is no contraindication. Between 24h and 72h after rewarming or in situations where the use of tPA is contraindicated, the use of Ileoprost has been postulated as an effective alternative. Amputation is reserved as a last line in situations where medical treatment has failed and the tissue has become necrotic; and for early phases in which there are signs of gangrene or sepsis.

It is important to perform imaging techniques such as angio-resonance or bone scintigraphy with Tc99 both for the initial evaluation of the lesion and for monitoring treatment and response to it.

Conclusions: Grade I and II frostbite injuries can generally be treated on an outpatient basis, while deep injuries (grades III and IV) require hospitalization for monitoring and treatment with thrombolytics, vasodilators, or surgery. Thrombolysis and Ileoprost have shown beneficial results in reducing sequelae and subsequent morbidity. There are new treatments such as hyperbaric oxygen therapy or pentoxifylline that, if they confirm the beneficial results of some studies, would represent an improvement in the treatment of frostbite.

Keywords: “frostbite”, “freezing injuries”, “frostbite treatment”, “frostbite injury treatment”

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Introducción	3
1.1 Epidemiología.....	3
1.2 Factores de riesgo	3
1.3 Fisiopatología	5
1.4 Clasificación.....	7
1.4.1 Lesiones por frío no congelante	9
2. Objetivos.....	10
3. Material y métodos	11
3.1 Criterios de inclusión.....	11
4. Resultados	12
4.1 Prevención	12
4.1.1 Mantenimiento de la perfusión periférica.....	12
4.1.2 Ejercicio físico	12
4.1.3 Protección contra el frío	13
4.2 Tratamiento prehospitalario.....	13
4.2.1 Escenario 1: La parte afecta tiene potencial de volver a congelarse y se decide no recalentarla activamente.....	14
4.2.2 Escenario 2: El tejido afecto se descongela y se mantiene caliente hasta completar la evacuación.....	17
4.3 Tratamiento hospitalario	21
4.3.1 Tratar la hipotermia.....	21
4.3.2 Hidratación	21
4.3.3 Dextrano de bajo peso molecular.....	21
4.3.4 Recalentamiento rápido de los tejidos congelados.....	21
4.3.5 Desbridamiento de las ampollas.....	21
4.3.6 Aloe vera tópico.....	22
4.3.7 Antibióticos sistémicos	22
4.3.8 Profilaxis antitetánica	22
4.3.9 Ibuprofeno	23
4.3.10 Técnicas de imagen.....	23
4.3.11 Tombólisis.....	24
4.3.12 Ileoprost.....	26
4.3.13 Heparina	28
4.3.14 Nuevas terapias vasodilatadoras.....	28
4.3.15 Hidroterapia.....	28
4.3.16 Oxigenoterapia Hiperbárica.....	28
4.3.17 Fasciotomía.....	28
4.3.18 Amputación	29



Tratamiento actual de las lesiones por congelación
Héctor Martínez Domínguez Curso 2021-2022

4.3.19 Vendajes tópicos de presión negativa y reconstrucción de tejidos.....	29
4.3.20 Hospitalización.....	29
4.4 Secuelas y complicaciones	31
4.4.1 Pérdida funcional	31
4.4.2 Neuropatía.....	31
4.4.3 Ulceración crónica	31
4.4.4 Artritis.....	32
4.4.5 Osteoporosis.....	32
5. Discusión.....	32
6. Conclusiones.....	35
7. Bibliografía.....	36

1.Introducción

La congelación se define como la lesión de los tejidos provocada por una pérdida de calor suficiente como para precipitar la formación de cristales de hielo en los tejidos superficiales y/o profundos.[1] La gravedad de este tipo de patología, así como la extensión de los tejidos lesionados varía en dependencia de diversos factores como pueden ser la temperatura ambiental o el tiempo de exposición. [1]

Durante muchos años los protocolos y estrategias de tratamiento de las congelaciones apenas han sufrido modificaciones; hasta que recientemente, han surgido terapias novedosas que arrojan resultados prometedores, los cuales deben seguir siendo investigados. [2] El desarrollo de estos nuevos tratamientos podría reducir las secuelas de este tipo de pacientes, las cuales pueden aparecer incluso en casos sin lesión inicial aparente. [1]

1.1 Epidemiología

La primera evidencia de una lesión por congelación consta de una momia precolombina de 5000 años de antigüedad hallada en los Andes. [1, 2] A lo largo de la historia, las lesiones causadas por el frío helador se han sucedido en ámbito de la medicina militar: el Dr. Dominique Jean Larrey, cirujano jefe de Napoleón Bonaparte, elaboró el primer informe sobre las lesiones por congelación y su tratamiento [1]. En la Segunda Guerra Mundial, las fuerzas aliadas contabilizaron 91.000 casos de congelación, mientras que las tropas alemanas informaron 46.000 casos [1, 3]. Todavía hoy en día, el personal militar sigue siendo uno de los colectivos más afectados por este tipo de lesiones. [2]

Dentro de la población civil las personas con mayor riesgo de sufrir congelación son: las personas sin hogar, enfermos psiquiátricos y personas con antecedentes de abuso de sustancias. [1]. Especial mención merecen los montañeros, entre los cuales se encontró en un estudio transversal una incidencia media debida a lesiones por congelación de 366 por cada 1000 habitantes. [2] En otro estudio epidemiológico elaborado durante los primeros 10 años del Everest ER, se obtuvo que el 18,4% de todas las atenciones realizadas fueron a causa del frío y de estas el 83,7% eran lesiones por congelación. [2]

Las extremidades superiores e inferiores distales, la nariz, las orejas y las mejillas son los segmentos corporales más afectados por este tipo de agresiones, esto es debido a su situación anatómica expuesta y periférica. [1, 4]

1.2 Factores de riesgo

Se ha observado que existen una serie de factores predisponentes relacionados con las condiciones ambientales y con las características de la población que aumentan la probabilidad de sufrir lesiones por congelación. Respecto a los factores ambientales tenemos que destacar la temperatura ambiental como uno de los factores de riesgo más importantes, ya que las congelaciones se producen cuando la temperatura dérmica cae por debajo de -0.53°C . [3] Tal es su importancia que Fallhai et al desarrollaron un modelo que predice el riesgo de congelación de los dedos humanos en relación con la temperatura a la que el organismo se encuentra expuesto. [3]

Sl. No.	Temperatura atmosférica (-C)	Temperatura epidérmica (-C)	Temperatura dérmica (-C)	Temperatura subcutánea (-C)	Tipo de daño tisular
1	5,0	5.4	14,2	24,8	Riesgo de lesiones no heladas, sabañones
		5.3	14,7	25,3	
		5.1	15,2	25,8	
		5,0	15,7	26,3	
		- 4.5	7.5	21,5	
2.	- 5,0	- 4.8	8.0	22	Riesgo de congelación de I y II grados
		- 4.6	8.5	22,5	
		- 5	9.0	23,0	
		- 9.4	4.1	19,8	
		- 9,6	4,6	20,3	
3	- 10.0	- 9,8	5.1	20,8	Riesgo de congelación de grado III y IV
		- 10.0	5.7	21,3	

Figura 1. Riesgo de congelación en referencia a la temperatura atmosférica. [3]

Otro de los factores ambientales que hay que tener en cuenta a la hora de predecir el riesgo de sufrir una congelación es la velocidad del viento, en un estudio de Khanday et al, se informó que durante una exposición de 15 minutos de duración a una temperatura de -10°C con una velocidad del viento entre 25-30 l/min se produjo una congelación superficial; mientras que en una exposición de 30 minutos de duración a una temperatura de -15°C con una velocidad del viento entre 25-30 l/min se produjo una congelación profunda. [3]

Respecto a los factores individuales, la condición predisponente más común en este tipo de lesiones es el consumo de alcohol, que se observó en un 46% de los pacientes congelados; seguido de las enfermedades psiquiátricas presentes en un 17% de los pacientes que sufrieron este tipo de patología. [4,5] En cuanto al género, los hombres se ven más afectados que las mujeres en una proporción 10:1, siendo entre la tercera y la quinta década de la vida el periodo vital con mayor incidencia de congelación. [5, 6] Especial cuidado deben tener también los niños y ancianos, los cuales tienen menor capacidad para producir calor. [3] El hecho de haber padecido con anterioridad una lesión por frío, parece predecir un riesgo aumentado de volver a sufrir en el futuro una nueva lesión por congelación. [5] Del mismo modo que ciertas enfermedades metabólicas como la insuficiencia renal, hipotiroidismo o las hipoglucemias que afectan a la producción de calor metabólico. [3] Ciertas enfermedades neurológicas pueden afectar a los centros termorreguladores nerviosos, así como a la vasoconstricción y a la nocicepción que provoca el frío aumentando la pérdida de calor y conduciendo a la congelación, estas pueden ser las neuropatías autónomas, las neuropatías periféricas o los daños medulares. [3]

Por otro lado, la exposición no planificada al frío o la toma de ciertos fármacos como pueden ser los beta-bloqueantes, sedantes o neurolépticos predisponen a la congelación. [2, 5]

De igual forma, ciertos factores genéticos se consideran de riesgo a la hora de sufrir lesiones por congelación, estos son: la posesión del alelo DD de la enzima convertidora de la angiotensina [2], el grupo sanguíneo O o pertenecer a la etnia afroamericana. [2] Este último hallazgo fue demostrado por un estudio llevado a cabo en el ejército británico entre soldados varones en que se observó una incidencia relativa de 30 para las lesiones periféricas en soldados afroamericanos en comparación con sus homólogos caucásicos. [5]

General population risk factors
Alcohol
Dehydration
Diabetes mellitus
Drugs (beta blockers, sedatives, neuroleptics)
Elderly
Ethnic origins (African Americans/Pacific Islanders)
High altitude
Homeless
Inadequate or tight clothing
Illicit substances
Men > women (10:1)
Peripheral vascular disease
Previous cold injury
Psychiatric disorders
Raynaud's phenomenon
Smoking
Trauma

Figura 2. Factores de riesgo de congelación. [5]

1.3 Fisiopatología

Como anteriormente se ha mencionado, la congelación es un tipo de lesión térmica la cual se produce cuando los tejidos son sometidos a temperaturas inferiores a su punto de congelación. [2]

Existen diferentes criterios de clasificación de los mecanismos que provocan este tipo de lesión dependiendo de la bibliografía que se consulte; de esta forma los podemos separar según el tipo de lesión celular que provocan en: mecanismos de lesión celular directa e indirecta. [2] Y también los podemos clasificar en 4 fases superponibles según la cronología con la que se suceden los diversos acontecimientos fisiopatológicos: fase de precongelación, fase de congelación-descongelación, fase de estasis vascular y fase de isquemia tardía. [7]

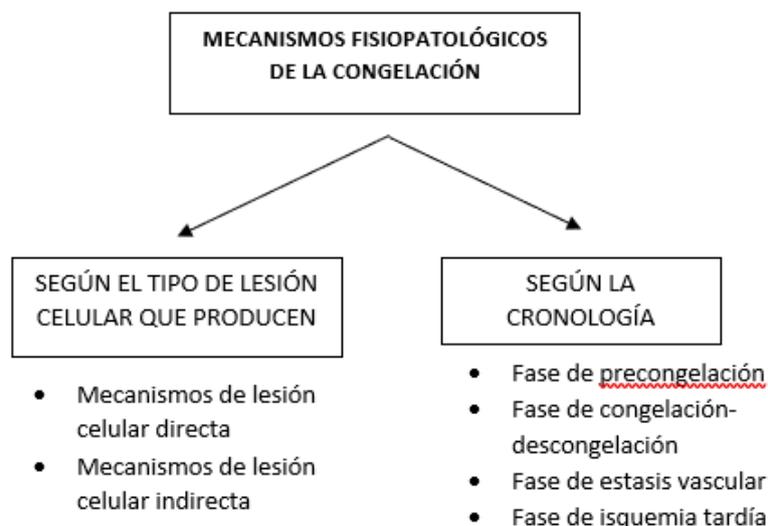


Figura 3. División de los mecanismos fisiopatológicos de la congelación.

- En un primer momento (**fase de precongelación**), debido a una exposición continua al frío, se produce una rápida vasoconstricción de la piel que conlleva un mayor enfriamiento de la misma y una vasoconstricción del tejido subcutáneo. A medida que la piel se enfría, esta sufre ciclos de entre 5 y 10 minutos de duración en los que a la vasoconstricción le sigue una respuesta adaptativa que produce vasodilatación conocida como “**reacción de caza**”. [1] Si el enfriamiento continúa, la sangre aumenta su viscosidad desviando el flujo sanguíneo a otros territorios para evitar la pérdida de calor generando un ambiente isquémico en el territorio afecto que derivará en una lesión tisular severa. [1, 3] En esta fase, el enfriamiento neuronal y la isquemia pueden producir hiperestesia o parestesia. [7]
- A continuación, en la **fase de congelación-descongelación**, se produce la formación de cristales de hielo intracelulares (si la lesión se ha producido en un corto periodo de tiempo) o extracelulares (si la lesión se ha producido en un periodo más dilatado de tiempo). [1, 7] Estos cristales inducen alteraciones osmóticas entre ambos compartimentos corporales, que conllevan a cambios de electrolitos, alteraciones del pH celular, deshidratación e hiperosmolaridad. De igual forma, se producen cambios en las proteínas y lípidos celulares, conduciendo a la lisis de su membrana celular y en consecuencia a su muerte. [1, 3, 7]
Durante el recalentamiento, se pueden producir una lesión por reperfusión en la que se producen radicales libres de oxígeno y una respuesta inflamatoria con liberación de mediadores inflamatorios. [1, 7] El tromboxano A2, la prostaglandina F2 alfa, la bradicina y la histamina parecen tener especial importancia en la formación de edemas y en la producción de lesiones endoteliales que dificultaran el aporte sanguíneo al tejido lesionado. [1, 3, 7]
- Posteriormente, una vez iniciado el recalentamiento, se produce la **fase de estasis vascular**. Durante este periodo, los vasos alternan entre la vasoconstricción y la vasodilatación. [7] Además, debido a una disfunción plaquetaria inducida por el frío y la alteración de la cascada de la coagulación, provoca la formación de trombos intravasculares y una “lluvia de émbolos” que destruye la microvasculatura. [1, 3, 7] El daño de la microcirculación es el factor principal que lleva a la muerte celular. [7]
- Por último, la **fase de isquemia tardía** es el resultado de la isquemia tisular progresiva consecuencia de todos los procesos descritos hasta el momento. [7] La recongelación una vez que el tejido afecto ha sido calentado, provoca la exposición del mismo a múltiples ciclos de la cascada fisiopatológica y conlleva un peor pronóstico. [1]

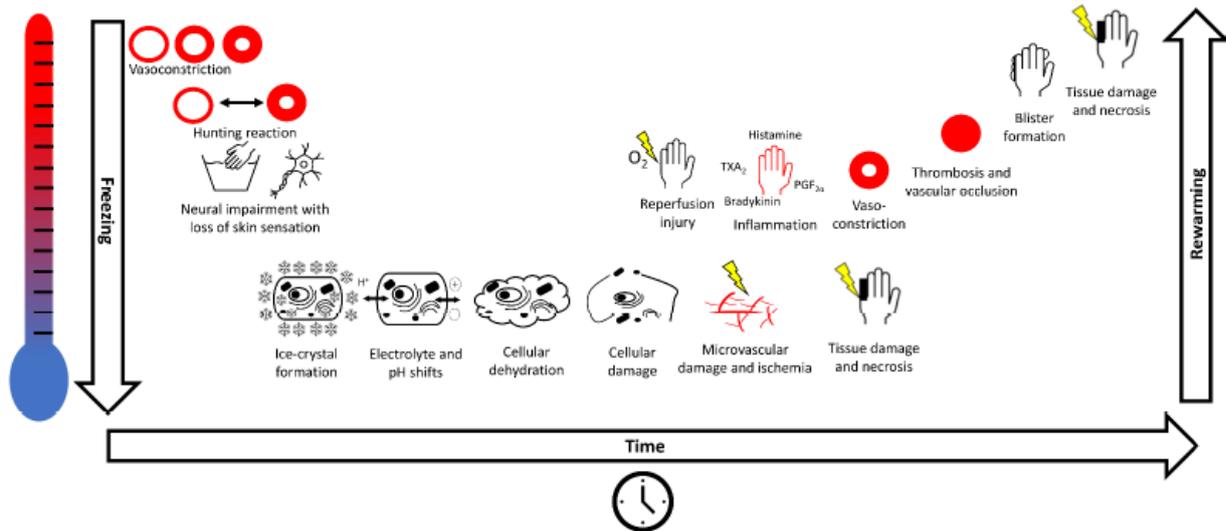


Figura 4. Cascada fisiopatológica de congelación. El enfriamiento de la piel produce vasoconstricción y ciclos de vasodilatación y vasoconstricción intermitentes, conocidos como "reacción de caza". Finalmente, se produce un deterioro neuronal con pérdida de sensibilidad. La piel se congela con la formación de cristales de hielo extracelulares que provocan cambios de electrolitos y pH, deshidratación celular y daño celular. El daño a la microvasculatura da como resultado isquemia, daño tisular y necrosis, que empeoran con el tiempo. Cuando la piel se recalienta, la lesión provoca inflamación, vasoconstricción, trombosis, oclusión vascular, formación de ampollas y, finalmente, daño tisular y necrosis. [1]

1.4 Clasificación

Tradicionalmente la congelación se ha dividido en cuatro grados los cuales pueden parecer similares al comienzo del cuadro. [5, 7] Pero, debido a la dificultad que conlleva la aplicación de este sistema en el campo antes de iniciar el recalentamiento debido a que el tejido permanece congelado, se ha propuesto una clasificación alternativa más simplificada de dos niveles apta para poder ser empleada en este ámbito, antes de la realización de técnicas de imagen. [2, 5, 7]

Two-Tiered System	Four-Tiered System	Characteristics
Superficial	First degree	Partial thickness skin freezing, hyperemia, erythema, and mild edema but no blistering
	Second degree	Full thickness skin freezing, hyperemia, erythema, and significant edema with large clear or possibly milky blisters
Deep	Third degree	Skin and subcutaneous tissue freezing with tissue necrosis, appearance blue or black, significant edema, hemorrhagic blisters
	Fourth degree	Freezing with deep tissue necrosis, affected body part cold and firm with anesthesia, appearance deep red with mottling, eventual gangrene

Figura 5. Sistema de clasificación de las congelaciones. [5]

Este esquema de clasificación de dos niveles, que fue propuesto por Mills y Whaley en 1960, incluye dentro de las lesiones superficiales, en las que no hay pérdida de tejido, a las congelaciones de primer y segundo grado. Y dentro de las lesiones profundas, en las que sí hay pérdida de tejido, a las congelaciones de tercer y cuarto grado. [5, 8]

El principal inconveniente de estos dos sistemas de clasificación es su incapacidad para predecir la pérdida de tejido, ya que la afectación y demarcación de los tejidos profundos afectos que pueden necesitar amputación ocurre durante las 6 semanas-3 meses posteriores al momento en el que sucede la lesión. [2, 8]

Por este motivo y con el fin de servir de indicador pronóstico temprano de la pérdida ósea y tisular, Cauchy et al propusieron un sistema de clasificación de cuatro grados para lesiones por congelación en la mano o el pie, basado en el aspecto de la lesión después de un recalentamiento rápido, la sensibilidad del tejido y la captación de radioisótopos en la gammagrafía ósea. [2, 7, 8]

Classification Proposed by Cauchy et al.		Classification Analogous to Burn Injury	
	Extent of Initial Lesion Immediately after Rewarming		Lesion Characteristics * Time to Onset After Rewarming
first Grade	Absence of initial lesion	first Degree	Partial skin freezing with: Erythema, oedema Skin desquamation 2-3 h 5-10 days
second Grade	Initial lesion on distal phalanx	second Degree	Full thickness skin freezing with: Clear blister formation Intensive pain 12-24 h 3-10 days
third Grade	Initial lesion on intermediate or proximal phalanx	third Degree	Subcutaneous freezing with: Haemorrhagic blister formation Skin necrosis 12-24 h 5 days-5 weeks
fourth Grade	Initial carpal/tarsal lesion	fourth Degree	Freezing deeper than the subcutis with: Cyanotic and insensitive tissue Tissue mummification Immediately up to 3 months

* Lesion characteristics for a specific degree include those described plus those of all the lower degrees.

Figura 6. Tabla comparativa entre la clasificación de Cauchy y la clasificación clásica de cuatro grados inspirada en la clasificación de las quemaduras. [1]

Esta clasificación mide anatómicamente la extensión de la congelación en cuatro grados: 1-ausencia de lesión inicial; 2-lesión inicial en falange distal; 3-lesión inicial en falange intermedia o proximal; 4-lesión inicial del carpo / tarso. [1, 7]

Por último, cabe señalar la clasificación de Hannepin, la cual utiliza un sistema similar al que se emplea para medir las quemaduras por área de superficie corporal total. [7]

Tanto la clasificación de Cauchy como la de Hannepin, deben ser empleadas una vez que se ha producido la descongelación de los tejidos y el paciente ha sido trasladado a una clínica de campo o a un hospital. [7]

1.4.1 Lesiones por frío no congelante

El frío, a parte de las lesiones por congelación puede producir otro tipo de patologías que deben ser mencionadas a parte:

- **Sabañones o perniosis.** Se producen cuando existe una exposición repetida de la piel al agua muy fría, o cuando las extremidades conviven durante largos periodos de tiempo con condiciones húmedas próximas al punto de congelación. En estas situaciones se produce un daño tisular que inicialmente afecta a los capilares cutáneos, pero que progresa llegando a producir gangrena de la piel, nervios, músculos subyacentes o tejidos perilesionales. [3]



Imagen 1. Ampollas y pequeñas erosiones sobre lesiones de perniosis. [9]



Imagen 2. Lesiones típicas de perniosis idiopática: pápulas y nódulos violáceos en el dorso y en la cara lateral de los dedos de las manos en un paciente joven que por otra parte no tiene otra enfermedad acompañante. [9]

- **Pie de trinchera.** Esta dolencia recibe este nombre debido a que era común observarlo en soldados que permanecían durante varios días en las trincheras con condiciones permanentes de frío, humedad y mala higiene. Esta situación, provoca la vasoconstricción de los vasos de los territorios distales más expuestos al frío, como pueden ser los dedos de los pies y las manos. En consecuencia, se reduce el aporte de oxígeno y nutrientes a estos lugares, provocando necrosis tisular, daño vascular y daño de los nervios de estos lugares anatómicos. [3]



Imagen 3. Pie con gangrena seca. En la base de las falanges se aprecia la "línea de demarcación de la gangrena" y más proximal, la denominada zona intermedia de regeneración. Foto Dr. Carlos Gil Gil. [10]

- **Frostnip.** Es la lesión cutánea por frío no congelante más común. Se origina lentamente como consecuencia de una exposición prolongada al frío en la cual se produce palidez y entumecimiento de la piel asociados a la formación de escarcha o cristales de hielo superficiales generalmente en zonas expuestas como pueden ser: nariz, mejillas, orejas, mentón, yemas de los dedos y dedos de los pies. Los cristales de hielo formados no se originan dentro del tejido y por lo tanto no hay pérdida del mismo. Los síntomas son rápidamente reversibles al refugiarse de las condiciones adversas, colocar ropa seca o mediante el contacto directo con una superficie corporal caliente. Hay que prestar especial atención a este tipo de lesión, ya que, aunque es distinta de la congelación, indica que existen las condiciones favorables para que esta última pueda llegar a producirse. [3, 7]



© MAYO FOUNDATION FOR MEDICAL EDUCATION AND RESEARCH. ALL RIGHTS RESERVED.

Imagen 4. Frostnip. [11]

2. Objetivos

Con la realización de este trabajo, se pretende revisar las últimas actualizaciones en el tratamiento de las lesiones por congelación y clasificar la bibliografía utilizada en función del grado de evidencia científica según los criterios propuestos por la SIGN.

Analizar el tratamiento más adecuado en función del grado en el que se encuentre la lesión al inicio de este.

Objetivar cuales son las técnicas más beneficiosas a la hora de reducir las secuelas y las comorbilidades posteriores.

Y, por último, se pretende describir aquellas técnicas que pueden ser empleadas en el medio extrahospitalario y aquellas que se limitan al uso al hospitalario.

3. Material y métodos

Para la realización de este trabajo se ha llevado a cabo una revisión de la literatura disponible en la base de datos Pubmed. La búsqueda de la información se llevó a cabo en cuatro etapas. Una primera búsqueda con los términos [“Freezing” AND “Injuries”], limitando los resultados a las publicaciones de los últimos 3 años (2018-2021), obteniéndose un total de 563 artículos sin ser seleccionado ninguno de ellos.

Posteriormente, con los mismos términos de búsqueda, se limitó el número de resultados mostrados a las publicaciones de los últimos 10 años (2011-2021), obteniendo un total de 1252 artículos seleccionando cuatro de ellos.

En una tercera búsqueda en la que se emplearon los términos [“Frostbite” AND “Treatment”], restringido la búsqueda a los últimos 3 años (2018-2020); la base de datos recuperó un total de 171 resultados, de los cuales fueron seleccionados un total de cinco artículos.

A continuación, utilizando los mismos términos, ampliamos la búsqueda a publicaciones realizadas los últimos 10 años (2011-2021), obteniendo un total de 381 resultados, de entre los cuales se llegaron a seleccionar un total de dos artículos más.

Finalmente, y con el fin de completar nuestra búsqueda, utilizando la base de datos Web of Science; se utilizaron los términos “Frostbite injury treatment”, y se filtraron los resultados a las publicaciones de los últimos 3 años (2018-2021); recuperando un total de 56 artículos de los cuales fueron seleccionados 3.

A partir de los artículos recuperados en las bases de datos, se realizó una búsqueda cruzada con las referencias bibliográficas de los mismos que cumplieran los criterios de inclusión de nuestro trabajo, obteniendo un total de 13 artículos adicionales.

3.1 Criterios de inclusión.

La búsqueda incluyó estudios en animales y en humanos, investigación original, artículos descriptivos de un caso o series de casos y de revisión bibliográfica. Para este trabajo se priorizaron artículos publicados entre los años 2011 y 2021. Las recomendaciones y tratamientos propuestos en este trabajo están señalados según los criterios propuestos por la *Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN)*. Ver Tabla 5.

Niveles de evidencia	
1++	Metanálisis, revisiones sistemáticas de ensayos clínicos o ensayos clínicos de alta calidad con muy poco riesgo de sesgo.
1+	Metanálisis, revisiones sistemáticas de ensayos clínicos o ensayos clínicos bien realizados con poco riesgo de sesgo.
1-	Metanálisis, revisiones sistemáticas de ensayos clínicos o ensayos clínicos con alto riesgo de sesgo.
2++	Revisiones sistemáticas de estudios de cohortes o de casos y controles o estudios de pruebas diagnósticas de alta calidad, estudios de cohortes o de casos y controles de pruebas diagnósticas de alta calidad con riesgo muy bajo de sesgo y con alta probabilidad de establecer una relación causal.
2+	Estudios de cohortes o de casos y controles o estudios de pruebas diagnósticas bien realizadas con bajo riesgo de sesgo y con una moderada probabilidad de establecer una relación causal.
2-	Estudios de cohortes o de casos y controles con alto riesgo de sesgo.
3	Estudios no analíticos, como informes de casos y series de casos.
4	Opinión de expertos.

Fuerza de las recomendaciones	
A	Al menos un metanálisis, revisión sistemática de ECA, o ECA de nivel 1++, directamente aplicables a la población diana, o evidencia suficiente derivada de estudios de nivel 1+, directamente aplicable a la población diana y que demuestren consistencia global en los resultados.
B	Evidencia suficiente derivada de estudios de nivel 2++, directamente aplicable a la población diana y que demuestren consistencia global en los resultados. Evidencia extrapolada de estudios de nivel 1++ o 1+.
C	Evidencia suficiente derivada de estudios de nivel 2+, directamente aplicable a la población diana y que demuestren consistencia global en los resultados. Evidencia extrapolada de estudios de nivel 2++.
D	Evidencia de nivel 3 o 4. Evidencia extrapolada de estudios de nivel 2+.

Figura 7: Clasificación del nivel de calidad de evidencia científica (SIGN).

4. Resultados

A continuación, van a ser expuestas las diferentes técnicas terapéuticas que pueden ser aplicadas cuando aparece una lesión por congelación, así como una diferenciación entre cuales pueden ser utilizadas en el campo donde esta se ha originado, o cuales necesitan de un nivel asistencial superior para poder ser empleadas.

4.1 Prevención

En este tipo de lesiones, la prevención puede llegar a ser más importante que el tratamiento, y es que, estas se pueden prevenir y a menudo puede que no mejoren tras la aplicación del correspondiente método terapéutico. [7, 12]

Comprender los mecanismos fisiopatológicos y los factores de riesgo que pueden llegar a producir congelaciones son fundamentales a la hora de establecer las pautas de prevención para evitar que estas aparezcan. Como ya se ha mencionado en el apartado de fisiopatología, las lesiones por congelación suceden cuando la pérdida de calor de un tejido excede la capacidad de perfusión local del mismo; ya que el flujo sanguíneo proporciona calor a los tejidos evitando la congelación de sus partes blandas. [7, 12]

Es por ello que se debe mantener una perfusión adecuada y evitar la pérdida de calor, así como notificar los signos de “entumecimiento” precoces con la finalidad de tomar medidas de protección y evitación que disminuyan el riesgo de padecer lesiones por congelación que pueden ser inminentes: [7, 12]

4.1.1 Mantenimiento de la perfusión periférica

Mantener una adecuada temperatura central y una correcta hidratación corporal que permitan continuar con la actividad y proporcionar un rendimiento adecuado. [2, 3, 7, 8, 12] Reducir los efectos que enfermedades previas, medicamentos o el consumo de otras sustancias (alcohol y otras sustancias de abuso) pueden tener sobre la vasoconstricción y la perfusión periférica de los tejidos. [7, 12, 13, 14] Evitar la inmovilización prolongada y el compromiso al flujo sanguíneo que puede ocasionar la ropa o el calzado demasiado ajustados (en ocasiones el uso de varios pares de calcetines para aislamiento del frío puede comprometer la irrigación del pie). [2, 7, 8, 12] Asegurar un aporte calórico adecuado; los escalofríos, la ropa pesada o el trabajo que supone actividades como caminar sobre la nieve pueden aumentar el consumo de energía entre un 10% y un 40% en ambientes fríos, por lo que se recomienda la ingesta de alimentos ricos en carbohidratos varias veces al día. [7, 12, 13, 8, 3, 2] De igual forma, parece ser que el empleo de oxígeno en situaciones de hipoxia severa (altitudes extremas de más de 7500m) reduce el riesgo de padecer lesiones por congelación. [3, 7, 8]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 1C

4.1.2 Ejercicio físico

El ejercicio es un método específico que permite mantener la perfusión periférica de los tejidos, ya que mejora el nivel de vasodilatación inducida por el frío y aumenta la temperatura corporal central. [7, 12] En un estudio se comparó la vasodilatación periférica inducida por el frío en los dedos de los pies de un grupo de sujetos que realizaban ejercicio frente a otro grupo de sujetos que no realizaban ejercicio,

obteniéndose un 58% de vasodilatación en el primer grupo frente al 28% del segundo grupo de individuos. [7] En otro estudio realizado por Geurts et al, se encontró que la temperatura de la piel de las manos se elevaba durante el ejercicio. [7] El ejercicio parece ser una estrategia de prevención eficaz para la congelación, pero se debe tener precaución, ya que, puede conducir a la fatiga y agotamiento con la consecuente pérdida de calor que esto supondría. [2, 7, 12] Además, en condiciones de viento y humedad, el calor metabólico originado con el ejercicio no sería suficiente para calentar los tejidos y periféricos y en contra producción aceleraría la pérdida de calor. [12]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 1B

4.1.3 Protección contra el frío

Para reducir el riesgo de congelación se debe reducir la exposición de los tejidos al frío, por ello se recomienda evitar las condiciones ambientales que predisponen a la congelación como las temperaturas por debajo de 15°C incluso con escaso viento, así como el tiempo de exposición al mismo. [7, 8] Proteger la piel de la humedad, el viento y el frío utilizando un sistema de capas de ropa que cubra la mayor parte de la superficie corporal. Este sistema debe ser individualizado a cada individuo en función de su condición y necesidades. La capa más interna que está en contacto directo con la piel debe absorber la humedad de esta transfiriéndola a las capas más externas de ropa (polipropileno, poliéster o lana sintética). Las capas intermedias cumplen funciones de aislamiento por lo que se recomienda que estén hechas de materiales como la lana. Por último, la capa externa debe permitir la transpiración y ventilación, pero proteger del viento y la lluvia. Todo este sistema debe ser sustituido si se encuentra húmedo o mojado para evitar la pérdida de calor corporal. [2, 3, 7, 8, 12, 13, 14] Se debe evitar la sudoración. [2, 3, 7, 8, 12] Se recomienda el uso de manoplas preferiblemente a los guantes. [2, 7, 8, 12] El uso de calentadores químicos y/o físicos de pies y manos puede ayudar a mantener el calor periférico. [7] Por el contrario el uso de emolientes no reduce el riesgo de congelación, sino que pueden llegar a incrementarlo, por lo que su uso no está recomendado. [3, 7, 8, 12]

Por último, cuando se detecte una extremidad con signos incipientes de congelación (entumecimiento, color pálido, etc.) se debe calentar con el calor corporal del propio paciente o de un compañero, colocando el tejido afecto sobre la ingle, axila o abdomen. [7, 8, 12]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 1C.

4.2 Tratamiento prehospitalario

Una vez que se ha detectado una lesión por congelación, en la cual las medidas preventivas no han sido suficientes para evitarla, lo primero que se debe hacer es retirar las joyas o cualquier otro elemento que pueda comprometer la irrigación de las zonas periféricas. Sustituir la ropa mojada o húmeda por otra seca. Trasladar al paciente a un lugar resguardado de las inclemencias climáticas y evitar frotar el tejido afecto directamente o con nieve. [2, 3, 5, 8, 15, 16]

Si el paciente se encontrase en situación de paro cardiaco, la reanimación cardiopulmonar (RCP) no debe demorarse y se debe iniciar en el campo independientemente de la temperatura a la que se encuentre el paciente. [12] Si es posible, se intentará la desfibrilación y si un primer intento de la misma no resulta satisfactoria se deberá

demorar un siguiente intento hasta que la temperatura corporal del paciente alcance los 30-32°C. [12] Por otro lado, los fármacos intravenosos como por ejemplo la adrenalina, se deben espaciar más que en la RCP convencional. [12]

A continuación, se debe tomar la decisión de llevar a cabo la descongelación y recalentamiento de la lesión, o por el contrario esperar y mantenerla congelada. Si las condiciones ambientales en las que se encuentra el paciente no aseguran que los tejidos descongelados se puedan volver a congelar, es más seguro mantener la parte afectada congelada hasta que se pueda asegurar un estado definitivo descongelado. [3, 5, 8, 12, 15, 17] Esto es debido a la liberación de mediadores inflamatorios como prostaglandinas y tromboxanos que se originan con cada ciclo de congelación-descongelación en los tejidos, lo que provoca vasoconstricción, trombosis y agregación plaquetaria conduciendo en última instancia a la lesión tisular. De ello se deduce que cuanto menor sea la cantidad de veces que el tejido es expuesto a periodos de congelación y recalentamiento, menor a su vez será la liberación de estas sustancias proinflamatorias y menor la lesión corporal. [3, 5, 7, 8, 17]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 1B

Teniendo en cuenta la posibilidad de recongelación se plantean dos escenarios posibles de actuación:

4.2.1 Escenario 1: La parte afectada tiene potencial de volver a congelarse y se decide no recalentarla activamente.

- **Descongelación espontánea.** En la mayoría de situaciones que se opta por tomar este camino, se produce una descongelación espontánea del tejido afecto. Se debe permitir que este fenómeno suceda, ya que, se ha observado que mantener intencionadamente congelado un tejido que había comenzado una descongelación espontánea puede ser contraproducente originando lesiones de mayor gravedad y extensión. [5, 7, 8]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 1C

- **Se debe tratar la hipotermia.** Esta suele estar presente con frecuencia en pacientes que presentan lesiones por congelación. Debido a que puede agravar la lesión tisular por la vasoconstricción que produce, en casos de hipotermia leve puede ser tratada a la vez que se inicia el tratamiento de la congelación; pero en casos de hipotermia moderada o grave se debe resolver antes de iniciar el tratamiento para la congelación. [3, 5, 7, 17]

Para combatir la hipotermia, se debe trasladar al paciente a un lugar cálido y seco a la mayor brevedad posible, retirar las prendas de ropa mojadas y sustituirlas por otras secas. Cuando la hipotermia es leve (entre 32°C y 35°C), se recomienda un recalentamiento externo pasivo mediante la colocación de mantas sobre el cuerpo de la víctima, permitiendo que continúe la tiritona. Por el contrario, en caso más graves de hipotermia (entre 32°C y 28°C), se recomienda iniciar un recalentamiento externo activo mediante la aplicación de almohadillas térmicas, mantas calientes o aire caliente a través de Bair Hugger. Por último, en casos de hipotermia severa (por debajo de 28°C), se precisará de un recalentamiento interno activo mediante el suministro de fluidos intravenosos calientes que se aplicarán en un centro de atención médica con mayores

recursos, por lo que el paciente deberá ser trasladado a la mayor brevedad posible. [3, 12, 18]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 1C

- **Se corregirá la deshidratación.** Se cree que una hidratación adecuada y la corrección de la hipovolemia ayudan en el proceso de recuperación de una lesión por congelación. La reposición de líquidos se llevará a cabo en función del estado general del paciente; si la víctima se encuentra alerta, no presenta vómitos y mantiene la capacidad deglutoria se pueden administrar alimentos líquidos por vía oral. Por el contrario, si el paciente presenta alteración de la consciencia o refiere vómitos o sensación nauseosa, se debe administrar suero salino (suero fisiológico) por vía intra venosa. Los fluidos que vayan a ser administrados por vía parenteral se deberán calentar previamente a una temperatura superior a los 37°C (preferiblemente entre 40°C y 42°C). Así mismo la perfusión de los mismos será en bolos rápidos, ya que, en función de las condiciones climatológicas, estos se podrían llegar a enfriar o incluso congelar si se administran a un ritmo lento. [5, 7,17]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 1C

- **Dextrano de bajo peso molecular intravenoso (LMWD).** Fármaco empleado para disminuir la viscosidad sanguínea reduciendo de esta forma la probabilidad de formación de microtrombos. En un estudio realizado en animales por Kapur et al, se observó que en el grupo en el cual se había administrado LMWD se descongeló el tejido lesionado en menor tiempo respecto al grupo control; aunque la pérdida de tejido no se redujo. [7] En este mismo estudio se demostró que una administración temprana de dextrano en el lugar donde se ha producido la lesión obtenía mayores beneficios que esperar a realizar una aplicación hospitalaria del mismo. [7] En otro estudio llevado a cabo por Webster et al, se comprobó que la extensión de la necrosis tisular era significativamente menor en el grupo tratado con dextrano que en el grupo control. [7] Respecto a los riesgos de este tratamiento, se recomienda administrar una dosis de prueba previa a la administración del tratamiento, ya que, aun siendo mínimo, existe riesgo de anafilaxia. De igual manera, el riesgo de hemorragia es bajo, por lo que se recomienda la administración de este tratamiento en pacientes que no sean candidatos a otro tipo de tratamiento trombolítico. [5, 7]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 2C

- **Ibuprofeno.** La liberación de mediadores inflamatorios que se produce principalmente durante el recalentamiento de los tejidos congelados, favorece la formación de edemas y microtrombos que puede agravar la isquemia tisular y agravar la lesión. Por ello, según la Wilderness Medical Society, se recomienda iniciar el tratamiento con ibuprofeno si está disponible en el campo donde se ha producido la lesión a una dosis de 12mg/Kg dos veces al día, hasta un máximo de 2400mg/día que se pueden fraccionar en cuatro tomas diarias. [2, 5, 7, 16] Presenta un doble efecto, antiinflamatorio (bloqueando la vía del ácido araquidónico, inhibiendo de esta forma la producción de tromboxanos y prostaglandinas) y analgésico (aliviando el dolor que puede causar la isquemia y el recalentamiento de la lesión). [2, 3, 5, 7, 8, 15, 16, 17]

Existe controversia respecto a la utilización de la aspirina como alternativa al ibuprofeno para el control del dolor y de la inflamación en fases iniciales del tratamiento de las lesiones por congelación debido a sus funciones antiinflamatorias y antiagregantes. En un estudio llevado a cabo por Hegggers et al publicado en la revista *Annals of Emergency Medicine*, se comparaba la supervivencia de tejido congelado en orejas de conejo tratados con aspirina, frente a un grupo control no tratados con aspirina, obteniéndose una supervivencia del tejido afecto del 23% frente al 0% del grupo control. [5, 7] Sin embargo, los autores de este estudio recomiendan en su algoritmo terapéutico el uso de ibuprofeno debido al efecto perjudicial que puede ejercer la aspirina en la cicatrización de las lesiones, ya que inhibe de forma no selectiva la acción de la ciclooxigenasa y en consecuencia se inhibe la producción de algunas prostaglandinas que intervienen en el proceso cicatricial. [2, 5, 7, 16, 17]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 2C

- **Aderezos.** Se debe colocar gasas limpias y secas o en su defecto apósitos de algodón estéril en la superficie de los tejidos congelados y entre los dedos de manos y pies para protegerlos durante el periodo que se prolongue el recalentamiento definitivo. [2, 7, 12, 17]

Existe cierta controversia respecto al manejo inicial que deben recibir las fracturas y luxaciones en el campo. Mientras que en un artículo publicado por Ken Zafren se recomienda en la medida de lo posible reducirlas y estabilizarlas en posición anatómica para mantener la circulación, mediante el empleo de vendajes entablillados u órtesis. [8] En otro artículo publicado por Ingram, se desaconseja la reducción de las mismas hasta la resolución del edema que se produce tras el recalentamiento, debido a que la reducción podría originar mayor daño de los tejidos blandos perilesionales. [5]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 2C

- **Deambulaci3n.** En la medida de lo posible se debe evitar utilizar las extremidades congeladas para maniobras como la deambulaci3n o la escalada antes de recibir la atenci3n definitiva. [2, 7] Aunque con frecuencia los pacientes necesitan caminar, trepar o trasladarse desde lugares fríos y remotos hasta otros más seguros y accesibles para poder ser evacuados. [2] Según el panel de expertos que conformó la *Wilderness Medical Society*, parece razonable caminar sobre un pie que presenta los dedos congelados, pero no lo es caminar sobre un pie que está completamente congelado debido al potencial riesgo de comorbilidades asociado. [7] Sin embargo, en otro estudio llevado a cabo por Mills et al, no se describió un riesgo de amputaci3n aumentado en pacientes que deambulaban durante días sobre extremidades congeladas. [7]

Por lo tanto, debemos utilizar férulas o vendajes acolchados y entablillados para inmovilizar y proteger la extremidad de posibles traumatismos adicionales. [2, 7]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 2C.

4.2.2 Escenario 2: El tejido afecto se descongela y se mantiene caliente hasta completar la evacuación.

En esta situación en la cual el recalentamiento de la extremidad afecta va a iniciarse en el campo antes de producirse el traslado del paciente a un nivel asistencial superior para recibir tratamiento hospitalario definitivo; se deben tratar la hipotermia (*GRADO DE RECOMENDACIÓN 1C*) y la deshidratación (*GRADO DE RECOMENDACIÓN 1C*) del mismo modo en el que se hacía en el escenario anterior, al igual que también es posible la administración de Dextrano de bajo peso molecular (*GRADO DE RECOMENDACIÓN 2C*). [7]

- **Recalentamiento rápido.** Se aconseja llevar a cabo un recalentamiento rápido mediante inversión de la extremidad en agua tibia cuando la atención definitiva que vaya a recibir el paciente se encuentra a un **tiempo superior de evacuación a 2 horas**. [2, 3, 5, 7] En un estudio llevado a cabo por Mills et al, se observó que el recalentamiento rápido era más beneficioso que el lento. [7] Este se debe realizar mediante el baño de la extremidad afecta en agua calentada entre 37-39°C evitándose el uso de otras fuentes de calor como fuego u hornos debido al potencial riesgo de quemaduras térmicas que pueden originar. [2, 7, 8, 12, 16, 17] Debido a que el agua puede enfriarse rápidamente, se debe calentar continuamente para mantenerla en la temperatura objetivo. [7] Si no disponemos de un termómetro para controlar la temperatura del agua, el cuidador comprobará mediante la inmersión de su mano sana durante 30 segundos la tolerabilidad de la misma, observando que no provoca quemaduras. [7]

El tiempo que suele ser necesario mantener el tejido afecto sumergido varía entre los 15 y los 45 minutos, en función de la extensión y profundidad de la lesión. [7, 5, 8, 15]

El recalentamiento se considera finalizado y completado cuando el tejido afecto adquiere un color rojo o violáceo y la piel se vuelve suave y flexible al tacto. [7, 17]

Finalmente, se debe dejar secar el tejido al aire o mediante el empleo de apósitos realizando suaves movimientos evitando frotarlo. [7]

El recalentamiento en el campo se considera el primer paso del tratamiento definitivo de la congelación. [7]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 2C

- **Solución antiséptica.** Se recomienda añadir al agua en el cual se va a llevar a cabo el recalentamiento una solución antiséptica como podría ser la povidona yodada o clorhexidina. [7] Aunque no existe evidencia real del beneficio que tiene esta medida en el tratamiento de las lesiones por congelación, según el panel de expertos de la Wilderness Medical Society, esta es una medida con poco riesgo de ser perjudicial y en contraposición podría disminuir el riesgo de celulitis al reducir el número de bacterias presentes en la piel durante el recalentamiento. [7]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 1B

- **Analgesia.** El recalentamiento puede ser un proceso doloroso, por lo que está indicada la administración de analgésicos llegando incluso a ser necesarios los opiáceos para controlar el dolor en función de la situación del paciente. [2, 3,

5, 7, 8, 12, 15, 16, 17] Si se administran opioides en el medio extrahospitalario, se recomienda comenzar con dosis bajas hasta controlar el dolor y tener disponible naloxona. [2]

La Wilderness Medical Society recomienda al igual que en el escenario anterior el empleo de ibuprofeno debido a su doble función analgésica y antiinflamatoria, reduciendo de esta forma la producción de microtrombos y edemas que pueden agravar la isquemia durante el recalentamiento. [7]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 1C

- **Descongelación pasiva o espontánea.** Si en el campo en el que se encuentra el paciente no se dispone del material necesario para llevar a cabo un recalentamiento rápido, es probable que durante el traslado a un centro asistencial donde reciba el tratamiento definitivo se produzca el deshielo espontáneo de la extremidad y se debe permitir que esto suceda, ya que como en el escenario anterior, mantener congelado un tejido que había comenzado el deshielo espontáneo puede agravar la lesión. [2, 5, 7, 12]

Como alternativa al calentamiento rápido, podrían utilizarse técnicas de calentamiento lento que incluirían la aplicación de calor corporal, mantas o el traslado del paciente a un lugar más cálido. El panel de expertos de la Wilderness Medical Society consideró el recalentamiento lento como una alternativa válida cuando es el único medio disponible para iniciar el proceso de recalentamiento. [7]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 1C

- **Desbridamiento de ampollas.** El desbridamiento de las ampollas no se recomienda hacerlo de rutina en el campo con la finalidad de reducir el riesgo de infección. [17] Respecto a las ampollas transparentes, únicamente se recomiendan que estas sean desbridadas, cuando estas llenas de líquido a tensión y presentan riesgo de rotura durante la evacuación. [7] Una vez que la ampolla ha sido abierta, debe ser aspirada y cubierta con un apósito o gasa estériles que contengan preferentemente un agente antimicrobiano tópico. [3, 7] Las ampollas hemorrágicas se recomiendan que no sean desbridadas ni aspiradas en el campo. [2, 3, 7, 8]

Hasta el momento no existe evidencia firme a excepción de unas series de casos publicadas sobre cuál es el manejo más adecuado de las ampollas en el campo. [5, 7]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 2C

- **Aloe vera tópico.** El aloe vera parece reducir la formación de prostaglandinas y tromboxanos. [2, 3, 7, 8, 17] En un estudio llevado a cabo por Heggors et al, en el que se utilizó un modelo de tratamiento de las congelaciones modificado, que combinaba el uso de ibuprofeno y aloe vera tópico se redujo la pérdida total de tejido y se disminuyó la tasa de amputaciones. [7, 17] Debido a que la vía de administración es tópica, el aloe vera no penetra con profundidad en los tejidos, por lo que se recomienda aplicarla en áreas superficialmente lesionadas y ampollas desbridadas antes de la colocación de apósitos. [7]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 2C

- **Aderezos.** Igual que en el escenario anterior, tras el recalentamiento las heridas y partes descongeladas se deben cubrir con apósitos o gasas estériles para su protección durante el traslado hasta el lugar donde el paciente recibirá la atención definitiva. [7, 15] Los dedos de los pies y de las manos de las extremidades afectas se deberán proteger del daño abrasivo que pueden ocasionar las estructuras adyacentes, por lo que se recomienda colocar apósitos entre ellos. [17] Se recomienda evitar los vendajes circunferenciales y si se aplican, colocarlos sin un elevado grado de compresión debido al riesgo de provocar un síndrome compartimental causado por el edema progresivo que se produce tras el recalentamiento. [2, 7]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 1C

- **Deambulaci3n.** Existe poca evidencia sobre el modo en el que un paciente con una extremidad congelada que ha sido recalentada debe trasladarse para la evacuaci3n. Parece ser que una vez que el tejido ha sido recalentado no se recomienda caminar sobre 3l. [5, 7, 8] Aunque por otro lado s3 parece ser recomendable caminar sobre los dedos de un pie descongelado con fines evacuativos. [5, 7] En un estudio realizado por Dole et al, se observ3 que la movilizaci3n de la extremidad descongelada en las 72h posteriores al recalentamiento no increment3 la estancia hospitalaria, la p3rdida de tejido ni las secuelas posteriores. [7, 19] En general las diferentes publicaciones y en concreto el panel de expertos de la Wilderness Medical Society recomiendan que se evite el uso de la extremidad reci3n descongelada para maniobras como trepar o caminar y se recomienda que se proteja para evitar un aumento de la morbilidad posterior. [7]

GRADO DE RECOMENDACI3N 2C

- **Elevaci3n de la extremidad.** Se recomienda en la medida de lo posible elevar la extremidad descongelada por encima del nivel del coraz3n para reducir la formaci3n de edema. [2, 7, 8]

GRADO DE RECOMENDACI3N 1C

- **Ox3geno.** Una correcta oxigenaci3n de los tejidos parece tener un papel fundamental en la recuperaci3n y reparaci3n de los mismos. [7] En algunos estudios, se ha encontrado que la aplicaci3n de ox3geno hiperb3rico en altitudes superiores a los 4000m puede favorecer una vasodilataci3n perif3rica que aumente la oxigenaci3n de los tejidos y en consecuencia la reparaci3n de las lesiones. [3] Sin embargo, una hiperoxia provoca vasoconstricci3n de las extremidades produciendo el efecto contrario al deseado, es por ello que no se recomienda la aplicaci3n rutinaria de ox3geno a pacientes que no est3n hip3xicos. [2, 3, 7]
En l3neas generales, est3 indicada la administraci3n de ox3geno mediante mascarilla o c3nula nasal en situaciones en las que el paciente presente una saturaci3n de ox3geno inferior al 88% o en altitudes superiores a los 4000m. [7]

GRADO DE RECOMENDACI3N 2C

- **Simpatectomía.** Los bloqueos del sistema nervioso simpático pueden ser muy útiles en el manejo de la congelación en el campo. [3] Debido a que el sistema simpático es el encargado de modificar en parte el tono de los vasos sanguíneos podría estar relacionado con el vasoespasmo que ocurre durante la congelación que lleva a la isquemia del tejido adyacente. La simpatectomía puede ser tanto quirúrgica como farmacológica. [16]

En un estudio llevado a cabo en orejas congeladas de conejo, se observó que la simpatectomía practicada en las 24h posteriores a la lesión condujo a una mayor supervivencia del tejido. [16, 20] La simpatectomía llevada a cabo dentro de las primeras 24 horas posteriores a la lesión parece tener resultados prometedores en el tratamiento de las congelaciones, sin embargo, si se lleva a cabo más allá de ese periodo no parece tener influencia sobre la supervivencia del tejido. [16] En otro estudio prospectivo llevado a cabo en humanos sin congelación, se halló que el bloqueo del nervio periférico que inerva un territorio, condujo a un aumento de la temperatura de la piel y la irrigación de los dedos. [16]

A pesar de ello los resultados respecto a la aplicación de este procedimiento son controvertidos, ya que, por otro lado, en algunos estudios se ha encontrado que la simpatectomía reduciría la duración del dolor y aceleraría la demarcación del tejido necrótico sin tener beneficio sobre la pérdida final de tejido; por lo que se podría utilizar esta técnica en la prevención a largo plazo de secuelas de la congelación como el dolor o la hiperhidrosis. [7]

Aunque se lleva muchos años estudiando la introducción de esta técnica en los algoritmos terapéuticos de las lesiones por congelación, los resultados son controvertidos y limitados, por lo que las guías no recomiendan su uso. [2, 7]

Tratamiento en el campo	
<ul style="list-style-type: none"> • Tratamiento de la hipotermia (1C) <ul style="list-style-type: none"> • Hidratación (1C) • Dextrano de bajo peso molecular (2C) <ul style="list-style-type: none"> • Ibuprofeno (2C) 	
Escenario 1: La extremidad se puede volver a congelar.	Escenario 2: La extremidad se recalienta y se mantiene descongelada hasta la evacuación.
<ul style="list-style-type: none"> • Aderezos (2C) • Deambulación (2C) • Deshielo espontáneo (1C) 	<ul style="list-style-type: none"> • Recalentamiento rápido (2C) • Solución antiséptica (1B) • Analgesia (1C) • Deshielo espontáneo (1C) • Desbridamiento de ampollas (2C) • Aloe vera tópico (2C) • Aderezos (1C) • Deambulación (2C) • Elevación de la extremidad (1C) • Oxígeno (2C) • Simpatectomía (-)

Figura 8. Resumen de las medidas a aplicar en el campo en el manejo de las lesiones por congelación y grado de recomendación.

4.3 Tratamiento hospitalario

Cuando el paciente es evacuado del campo donde ha tenido lugar la lesión y llega a un centro hospitalario, se deben aplicar las medidas a continuación explicadas para reducir la pérdida de tejido, reducir las secuelas y obtener los mejores resultados tanto estéticos como funcionales en la extremidad afectada.

4.3.1 Tratar la hipotermia

Si el paciente continúa hipotérmico o todavía está no se ha corregido anteriormente hasta este momento en el cual el paciente llega al hospital o lugar donde va a recibir la atención definitiva, se debe tratar la hipotermia siguiendo las medidas aplicadas en los escenarios anteriores. [2, 7]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 1C

4.3.2 Hidratación

Al igual que en el caso anterior, si el paciente llega al hospital deshidratado, se deberá corregir esta situación mediante el aporte de líquidos según las recomendaciones que se han hecho anteriormente para los escenarios previos. [2, 7, 21]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 1C

4.3.3 Dextrano de bajo peso molecular

Se aplican recomendaciones similares respecto a la aplicación de LMWD en el hospital respecto a escenarios anteriores. [7]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 2C

4.3.4 Recalentamiento rápido de los tejidos congelados

A la llegada al hospital se deben considerar las atenciones previas que ha recibido el paciente. Se debe valorar en el caso de que se haya aplicado un recalentamiento rápido en el campo si este ha sido completo y efectivo. Por el contrario, se debe evaluar si no se ha aplicado un recalentamiento en el campo, si el tejido afectado ha sufrido un proceso de descongelación espontánea. [7]

Si el tejido permanece completamente descongelado, un mayor recalentamiento no ha mostrado beneficios superiores. [7]

Si se notifica la presencia de tejido total o parcialmente congelado se debe realizar un recalentamiento rápido de acuerdo con el protocolo anteriormente explicado para el recalentamiento en el campo. [2, 7] Es decir, mediante la inmersión de la extremidad afectada en una bañera de hidromasaje con agua acompañada de una solución antiséptica a una temperatura de 37-39°C durante el tiempo que sea necesario hasta que el tejido adquiera un color rojizo o violáceo y la consistencia sea flexible. [2] De igual forma se debe fomentar el movimiento activo de la extremidad durante el recalentamiento evitando que los tejidos toquen los bordes del recipiente. [2]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 1B

4.3.5 Desbridamiento de las ampollas

Las ampollas pueden ser claras/turbias o hemorrágicas, lo cual orienta de la profundidad de la lesión. Las ampollas claras o turbias parecen contener prostaglandinas o tromboxanos que pueden dañar el tejido subyacente. [5, 7] Por el contrario, las ampollas hemorrágicas son señal de un daño tisular más profundo que podría llegar a afectar a la dermis reticular asociando lesión del plexo vascular dérmico. [2, 7]

Existe controversia sobre el manejo que se considera más apropiado para el tratamiento de las ampollas. **La práctica común es desbridar y aspirar las ampollas transparentes/turbias, dejando intactas las hemorrágicas.** [7, 22]

Existen algunos autores que defienden la idea que cualquier ampolla sin abrir actúa como un apósito estéril que protege el tejido que se encuentra por debajo. [5] Por ello recomiendan únicamente romper las ampollas que se encuentran a tensión, tienen riesgo de rotura o infección o que intervienen en el rango de movimientos del paciente. [5, 7]

Por el contrario, otra corriente de autores aboga por el drenaje y desbridamiento de todos los tipos de ampollas en el medio hospitalario. [2]

Si finalmente se decide abrir la ampolla, se debe realizar el procedimiento en un medio estéril pudiendo llegar a requerir anestesia general. [2, 21] Una vez que la ampolla se ha desbridado y aspirado, o bien se ha roto durante el traslado al centro hospitalario, lo más importante es aplicar aloe vera cubrirla con un apósito estéril. [7]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 2C

4.3.6 Aloe vera tópico

Se recomienda la aplicación de gel o crema de aloe vera tópico en la superficie de los tejidos descongelados antes de la colocación de los apósitos y se recomienda repetir la aplicación con cada cambio de apósitos o cada 6 horas. [2, 3, 5, 7, 8]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 2C

4.3.7 Antibióticos sistémicos

Las lesiones por congelación no suelen ser propensas a desarrollar infecciones, por lo que la administración de antibióticos profilácticos no suele estar recomendada. [3, 5, 7, 8] En un estudio realizado por Valnicek et al se observó que el uso profiláctico de antibióticos no redujo las tasas de amputaciones. [2, 3]

Hay autores que aun en ausencia de evidencia recomiendan el uso de antibióticos como profilaxis de la infección en situaciones en las cuales se produce edema tras el recalentamiento, ya que este parece aumentar la susceptibilidad de la piel a gérmenes gram +; lesiones de segundo y tercer grado donde hay ampollas y daño tisular abierto, casos en los que las ampollas se han roto, situaciones de desnutrición o inmunosupresión. [2, 3, 5, 7, 17]

Sí se debe suministrar antibióticos por vía oral o parenteral en pacientes que presenten traumatismos graves, otras posibles fuentes infecciosas o evidencia clínica de celulitis o sepsis. [2, 7, 8, 17, 21]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 1C

4.3.8 Profilaxis antitetánica

Las lesiones por congelación no suelen cursar con tétanos, por lo que la profilaxis antitetánica se debe realizar de acuerdo a las pautas estándar. [2, 7, 8]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 1C

4.3.9 Ibuprofeno

Si anteriormente en el campo no se había iniciado la administración de ibuprofeno, se recomienda administrarlo en una pauta de 12mg/kg dos veces al día hasta que cicatricen las heridas originadas por la congelación o el paciente reciba tratamiento quirúrgico. [7]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 2C

4.3.10 Técnicas de imagen

Debido a la dificultad que existe en las primeras etapas del tratamiento para valorar la profundidad y extensión de la lesión originada por la congelación, se han probado diferentes técnicas de imagen como métodos válidos para valorar el tejido viable, algunas de ellas son la radiografía simple, gammagrafía ósea con Tecnecio 99, resonancia magnética (RM) o la angiografía. [7, 17] Las que han demostrado mejores resultados han sido la gammagrafía ósea de triple fase y la angio-resonancia magnética (ARM). [2, 7, 17]

El escaneo óseo con gammagrafía ósea de triple fase empleando Tecnecio 99 se ha convertido en la técnica de imagen estándar a realizar 48 horas después del recalentamiento, ya que en un estudio realizado por Cauchy et al, se observó que ofrece información acerca del pronóstico de la lesión y predice con precisión el nivel de amputación en el 84% de los casos. [2, 17]

Para valoraciones en **periodos anteriores a las 48 horas tras el recalentamiento**, un estudio de Handford et al concluyó que la **angio-resonancia era superior a la gammagrafía**. [17] Además tiene el beneficio de poder mostrar directamente el grado de oclusión de los vasos y la viabilidad del tejido circulante, realizando una demarcación más clara de los tejidos isquémicos. [2, 17] Otra ventaja es su mayor accesibilidad. [2, 5, 17]

Actualmente no se recomienda el empleo de técnicas de imagen en casos leves de lesiones por congelación, pero si se deben llevar a cabo en lesiones graves las cuales vayan a ser sometidas a tratamiento trombolítico o cirugía con la finalidad de orientar la extensión de la lesión y el momento más adecuado para la aplicación del tratamiento elegido. [7, 17]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 1C

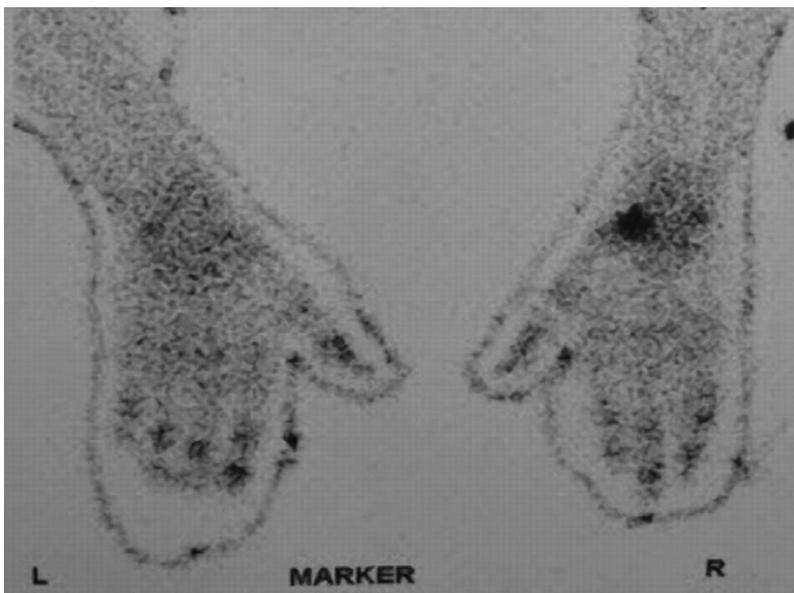


Imagen 5. ⁹⁹Tc gammagrafía ósea de triple fase en lesiones por congelación. Los dedos terminales tienen señal reducida, la mayoría marcadamente en la mano izquierda, lo que sugiere que se ha producido una necrosis tisular sustancial.[2]

4.3.11 Trombólisis

La principal función de este tipo de terapia es romper y eliminar los trombos microvasculares causantes de la isquemia tisular en las lesiones por congelación. [3, 7, 17]

En lesiones profundas con potencial morbilidad, el uso de la angiografía o la angio-resonancia magnética junto con la administración de activador de plasminógeno tisular (tPA) en las primeras 24 horas tras el recalentamiento, puede llegar a salvar parte o incluso la totalidad del tejido en riesgo. [7] En un estudio de Bruen et al, la aplicación de tPA dentro de las primeras 24 horas posteriores a la lesión redujo las tasas de amputación digital al 10% frente al 41% del grupo de pacientes que no recibieron tPA. [2, 3, 5, 7, 8, 16, 23]

Antes de iniciar la terapia trombolítica se debe plantear un análisis riesgo-beneficio, esto es debido a que el tratamiento con tPA presenta riesgos potenciales como podrían ser una hemorragia sistémica o en el lugar de incisión del catéter, síndrome compartimental que podría requerir fasciotomía o falta de recuperación del tejido. [2, 7, 17] De igual forma, se deberá valorar la presencia de fracturas, traumatismos craneoencefálicos, trombopenia, alteraciones de la coagulación, cirugía reciente, deterioro neurológico o embarazo en los pacientes candidatos a terapia trombolítica, ya que estos factores son contraindicaciones absolutas par este tipo de terapia. [2, 16]

Actualmente no se recomienda la administración de tPA en el campo. [5, 21] La trombólisis se debe realizar en un centro que cuente con personal familiarizado con la técnica, capacidad de monitorizar al paciente y unidad de cuidados intensivos, ya que con frecuencia se requiere trasladar al paciente a esta unidad. [2, 7] Si se atiende al paciente en un lugar que no cumple con estos requisitos para la administración de tPA, se debe plantear trasladar al paciente a otro hospital que si los cumpla si se puede iniciar las trombólisis en las primeras 24 horas tras el recalentamiento. [7] El tiempo hasta la trombólisis parece ser muy importante obteniéndose mejores resultados dentro de las 12 primeras horas; en un estudio llevado a cabo en el condado de Hennepin, se observó que el retraso en cada hora de la administración de tPA suponía una disminución del 28% de recuperación del tejido. [7, 23]

La trombólisis se puede administrar tanto por vía intravenosa o intraarterial, un estudio no encontró diferencias significativas entre ambas vías. [2, 17, 23] La dosis inicial suele ser de un bolo de 3mg de tPA, seguido de una perfusión de 1mg/mL, hasta que los especialistas (vascular, radiología, etc.) recomienden la interrupción. [7] El tPA se recomienda que sea administrado junto con una dosis de 500 unidades de heparina continuándose el tratamiento durante un periodo tras el tratamiento trombolítico para evitar la formación de nuevos trombos o el crecimiento de los ya existentes. [2, 3, 7, 17] También se puede administrar junto a vasodilatadores como la prostaglandina o el lleoprost para reducir el vasoespasmo. [2] En un estudio realizado por Cauchy et al en 2011, se trató a pacientes que presentaban congelación de tercer grado en al menos un dedo mediante aspirina + buflomedil, aspirina + prostaciclina (lleoprost) o aspirina + prostaciclina (lleoprost) + tPA; resultando el primer grupo en una amputación del 60%, el segundo grupo del 0% y el tercero del 19%. [5, 23, 2, 37, 8] Los autores del estudio concluyeron que **las lesiones de tercer grado o superior deben tratarse con aspirina + prostaciclina (lleoprost), considerando la adicción de tPA en casos de congelación grave.** [5, 8]

Por último, se recomienda emplear la angiografía intraarterial, la angio-resonancia o la gammagrafía ósea para evaluar la lesión inicial y realizar el seguimiento y evolución de

la misma tras la administración de tPA de acuerdo a los protocolos y guías locales. [2, 7, 8]

Aunque en la actualidad son necesarios más estudios para comprobar la eficacia absoluta del tPA y comparar su eficacia con la de iloprost, el panel de expertos de la Wilderness Medical Society, recomienda su uso como una **opción razonable dentro de las primeras 24h tras la descongelación en un entorno en el cual el paciente pueda ser monitorizado.** [7]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 1C

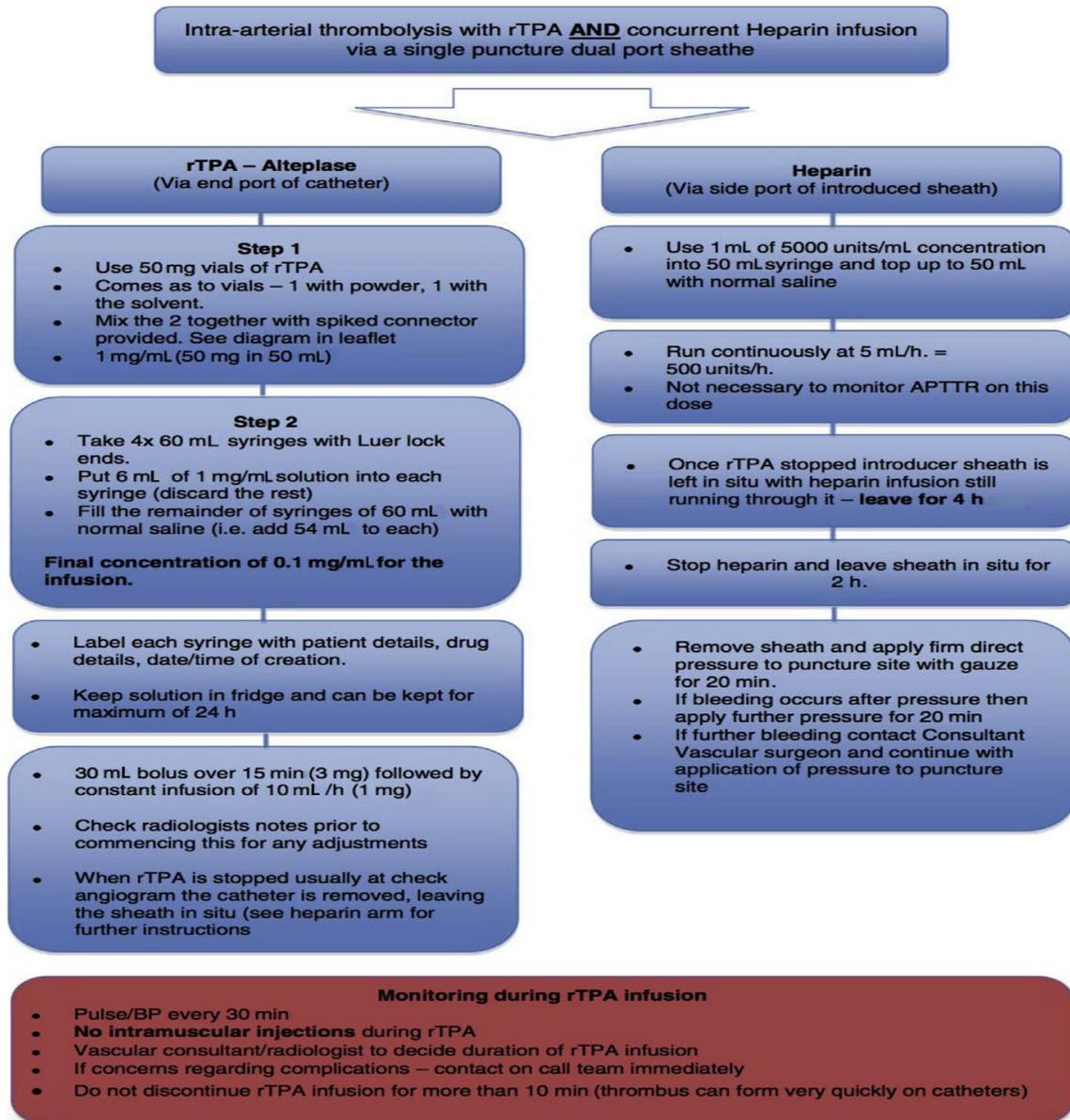


Figura 9. Enfoque gradual para la trombólisis IA y la infusión simultánea de heparina. APTTR, relación de tiempo de tromboplastina parcial activada. [2]

4.3.12 Ileoпрост

El Ileoпрост es un análogo de la prostaciclina (PGI₂) que tiene funciones de potente vasodilatador, antiagregante plaquetario, fibrinolítico e inhibidor de la adhesión linfocitaria al endotelio. [2, 7]

Existen varios estudios sobre el uso de Ileoпрост en las lesiones por congelación obteniéndose resultados significativamente favorables en ellos. [7] El primer estudio del tratamiento de lesiones por congelación con Ileoпрост fue elaborado por Groechening en 1994, en cual con la administración de este tratamiento a 5 pacientes con lesiones por congelación de segundo y tercer grado consiguió lograr la recuperación del tejido evitando la amputación. [2, 7, 24] Como se ha mencionado antes, en el estudio realizado por Cauchy et al en 2011, se obtuvo que en el grupo de pacientes tratados con Ileoпрост no se registraron amputaciones. [2, 3, 7, 25, 26] Informes de casos recientes también mostraron resultados excelentes en congelaciones de grado 3. [2, 3, 7]

Este tratamiento se administra por vía intravenosa mediante perfusión controlada. [2, 7] Durante los 3 primeros días de tratamiento se recomienda comenzar con una perfusión de 0.5ng/kg/min; aumentando la dosis 0.5ng/kg/min cada media hora hasta alcanzar la dosis máxima de 2ng/kg/min o hasta que aparezcan efectos secundarios graves (nauseas, cefalea, enrojecimiento facial, hipotensión o alteraciones de la frecuencia cardiaca). [2, 7] Si estos efectos aparecen se debe reducir la perfusión 0.5ng/kg/min hasta que sean tolerables. [7] Una vez alcanzada la dosis máxima de 2ng/kg/min o la dosis máxima tolerada por el paciente, se debe mantener la perfusión durante 6 horas diarias. [2, 7] A partir del cuarto día de tratamiento, se debe mantener una perfusión diaria de 6 horas comenzando directamente por la máxima dosis o la dosis óptima tolerada por el paciente. [2, 7] Se puede extender la duración del tratamiento durante un máximo de 8 días. [2, 7]

En un estudio de Pandey et al, se encontraron resultados favorables con la terapia con Ileoпрост hasta 72 horas después de la descongelación. [7] El hecho de poder ser utilizado más allá de las primeras 24h tras el recalentamiento supone una ventaja frente a tPA, además, no necesita pruebas de imagen previo a su uso ni para su seguimiento, puede ser administrado en una sala de observación convencional y no está contraindicado en traumatismos. [2, 7, 17]

Ileoпрост se debe considerar el **tratamiento de elección en las primeras 72 horas tras el recalentamiento de lesiones de grado 3 y 4, cuando tPA está contraindicado o cuando la evacuación a un centro asistencial se retrasará.** [7] Algunos autores recomiendan su uso en el campo como alternativa más segura a tPA cuando la evacuación se prolongue más de 48h. [7, 21] El principal inconveniente es que no está disponible en muchos países. [7, 21]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 1B

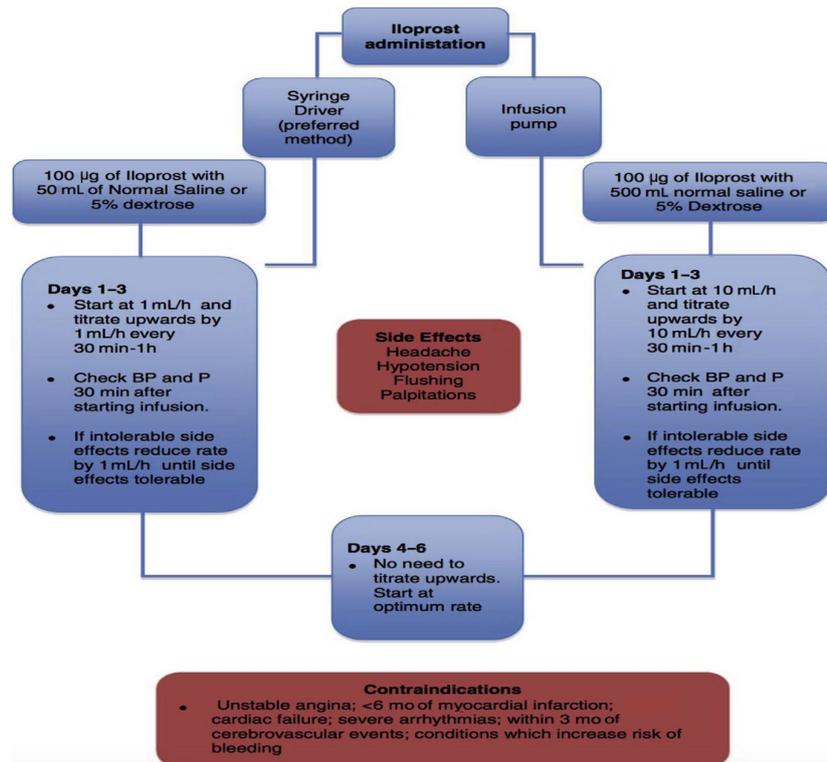


Figura 10. Un enfoque gradual para la administración de Iloprost. BP, presión arterial; P, pulso. [2]



Imagen 6. Aspecto después de una infusión de Iloprost de 5 días, que muestra la estrecha correlación entre la 99Gammagrafía ósea de triple fase Tc (ver Imagen 5) y la aparición clínica posterior (día 10 después de Iloprost). [2]

4.3.13 Heparina

La literatura apoya el uso de heparina como terapia complementaria en los protocolos de tratamiento con tPA como se ha descrito en apartados anteriores. También se está estudiando su uso en combinación con lleoprost, aunque la evidencia científica es insuficiente. Actualmente no se recomienda su uso en monoterapia para el tratamiento de lesiones por congelación debido a la falta de evidencia. [7]

4.3.14 Nuevas terapias vasodilatadoras

Actualmente se están llevando a cabo estudios con fármacos vasodilatadores como prostaglandina E1, nitroglicerina, pentoxifilina, fenoxibenzamina, nifedipina, reserpina, blufomedil o dinitrato de isosorbida (ISDN); además de tener acción vasodilatadora, algunos de ellos tienen la capacidad de prevenir la agregación plaquetaria y la oclusión microvascular. [7]

Estos fármacos tienen potencial de mejorar los resultados en el tratamiento de las congelaciones, pero a día de hoy no existen estudios ni evidencia científica que demuestren sus beneficios y que recomienden su uso. [3, 7, 16]

4.3.15 Hidroterapia

El panel de expertos de la Wilderness Medical Society recomienda el empleo de hidroterapia diaria o dos veces al día a una temperatura de entre 37°C y 39°C tras el recalentamiento, debido a sus aparentes propiedades antibacterianas, capacidad de mejorar la circulación y desbridar tejidos desvitalizados. [7]

No existen estudios suficientes que permitan establecer recomendaciones respecto a la duración, temperatura o momento en el que aplicar la terapia; pero sí parece tener potencial de beneficiar la recuperación y en la práctica clínica tiene pocas consecuencias negativas. [7]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 1C

4.3.16 Oxigenoterapia Hiperbárica

Cada vez es mayor el número de artículos que hablan del oxígeno hiperbárico como un posible tratamiento adecuado en las congelaciones. Entre los beneficios del oxígeno a presión se encuentran el aumento de la concentración de este en sangre lo que reduciría la hipoxia de los tejidos lesionados siempre y cuando la circulación que irriga la zona sea competente, reducción de la carga bacteriana, aumento de la maleabilidad eritrocitaria facilitando el aporte de oxígeno en territorios tortuosos, mejora la función de los glóbulos blancos y aumento de la formación de capilares. [2, 3, 7, 17]

Por otro lado, el difícil acceso a esta modalidad y su coste dificultan su aplicación. [7, 17]

Actualmente las guías no recomiendan explícitamente el uso de la oxigenoterapia hiperbárica debido a la falta de evidencia científica, por lo cual se justifica una mayor investigación. [2, 7, 16, 17]

4.3.17 Fasciotomía

En ocasiones, tras el recalentamiento de los tejidos isquémicos se produce un edema debido a la importante extravasación de líquidos que puede hacer que la presión en los tejidos blandos aumente originando un síndrome compartimental. Este síndrome se manifiesta como una distensión dolorosa de los tejidos que limita la movilidad y asocia alteraciones sensitivas. [2, 7]

Si tras la medición de las presiones compartimentales estas están elevadas, se recomienda realizar una fasciotomía descompresiva inmediata con la finalidad de mantener la perfusión de la extremidad y de esta forma evitar la isquemia y la amputación de la misma. [2, 3, 5, 7]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 1C

4.3.18 Amputación

Esta técnica es el último recurso después de que el tejido se ha necrosado y se ha convertido en inviable. [8] La demarcación completa del tejido isquémico puede tardar en producirse de 1 a 3 meses, es por ello que la amputación se suele demorar durante varias semanas para evitar la escisión de tejido sano viable. [2, 3, 5, 7, 15]

Sin embargo, en situaciones en las que se presenten síntomas o signos de sepsis, infección o gangrena en fases tempranas, se recomienda llevar a cabo una amputación precoz del tejido tras realizar una demarcación del tejido viable mediante el empleo de técnicas de imagen como la Gammagrafía ósea de triple fase con Tc99 o una Angio-resonancia. [2, 3, 5, 7, 15]

La valoración previa a la amputación de una extremidad debe ser llevada a cabo por un cirujano con experiencia en el tratamiento de congelaciones, cuando esta no sea posible, se debe tener en cuenta la telemedicina o la consulta electrónica con un experto que oriente a los cirujanos locales. [7]

La rehabilitación multidisciplinar temprana tras la intervención mejora los resultados funcionales a largo plazo. [7]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 1C

4.3.19 Vendajes tópicos de presión negativa y reconstrucción de tejidos

Tras la lesión, se busca que el tejido regenerado sea de buena calidad. Normalmente, las congelaciones cicatrizan por segunda intención, por lo que la aplicación de vendajes de presión negativa podría utilizarse como adyuvante en la cicatrización. [3, 2]

Una alternativa al cierre por segunda intención sería la cirugía reconstructiva. En un estudio, Martínez-Delgado et al, abogaban por la cobertura con colgajos en zonas estructuralmente significativas como manos o pies o en zonas con vascularización deficitaria. [2, 3] También se podría realizar un injerto de piel, pero presentaría mayores limitaciones como reinervaciones deficientes, falta de relleno o una capacidad de restauración limitada. [2, 3]

En la actualidad no existe evidencia suficiente para recomendar el empleo de estas técnicas, por lo que las guías no recomiendan su uso.

4.3.20 Hospitalización

La decisión de dejar ingresado a un paciente como de ser dado de alta, se debe tomar teniendo en cuenta varios factores. Entre ellos se encuentran la gravedad de las lesiones, presencia de otro tipo de lesiones concomitantes, comorbilidades del paciente, necesidad de terapias hospitalarias (cirugía, lleoprost o tPA) o la facilidad de acceso a la medicina y enfermería comunitarias para el seguimiento. [7, 27]

Generalmente pacientes afectos de lesiones superficiales se pueden tratar de forma ambulatoria o pueden precisar cortas estancias hospitalarias; mientras que, de entrada, congelaciones profundas se deben tratar en un entorno hospitalario. [7]

Ante pacientes con edema significativo, se recomienda evaluar la presencia de un posible síndrome compartimental e ingreso para observación. [7]

GRADO DE RECOMENDACIÓN 1C

Tratamiento hospitalario	
•	Tratamiento de la hipotermia (1C)
•	Hidratación (1C)
•	Dextrano de bajo peso molecular (2C)
•	Recalentamiento rápido (1B)
•	Desbridamiento de ampollas (2C)
•	Aloe vera tópico (2C)
•	Antibioterapia (1C)
•	Profilaxis antitetánica (1C)
•	Ibuprofeno (2C)
•	Realización de técnicas de imagen (1C)
•	Trombólisis (1C)
•	Ileoprost (1B)
•	Otros vasodilatadores (-)
•	Heparina (-)
•	Hidroterapia (1C)
•	Oxigenoterapia hiperbárica (-)
•	Fasciotomía (1C)
•	Amputación (1C)
•	Hospitalización (1C)

Figura 11. Resumen de las medidas a tomar para el manejo de las lesiones por congelación en el ambiente hospitalario y grado de recomendación.

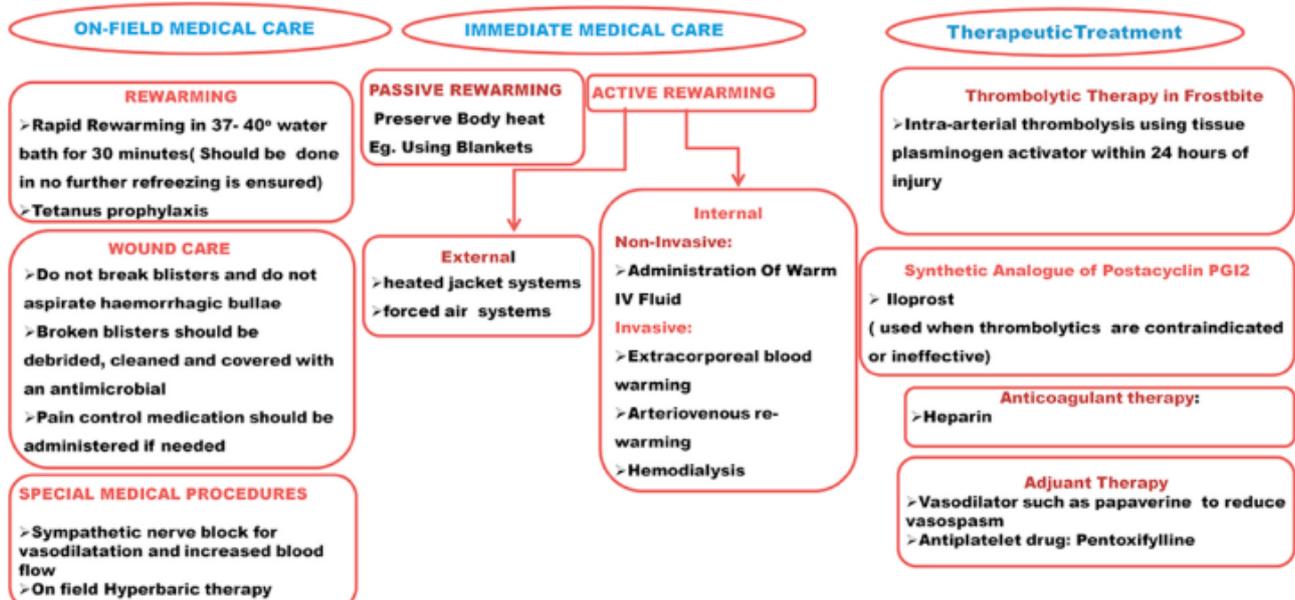


Figura 12. Protocolo de tratamiento de la congelación. [3]

4.4 Secuelas y complicaciones

Tras sufrir una lesión por congelación, es bastante probable que el paciente experimente complicaciones y secuelas a largo plazo. [5, 3] En una revisión llevada a cabo por Regli et al en la cual se recogían datos de 5 estudios en los que se analizaban las posibles secuelas de 493 pacientes que habían sufrido una lesión por congelación, se encontró que en el 69% de los individuos (341 pacientes) se evidenciaron complicaciones atribuibles a la congelación. [1]

Las principales secuelas y complicaciones que pueden persistir tras haber padecido una lesión por congelación se desarrollan a continuación.

4.4.1 Pérdida funcional

Esta es variable según la extensión y gravedad de la lesión. [2, 3] Todos los pacientes que hayan sufrido una congelación significativa se recomiendan que sean tratados por un equipo multidisciplinar por médicos rehabilitadores, terapeutas ocupacionales, enfermeros especializados y fisioterapeutas con la finalidad de reducir al máximo la pérdida y garantizar una adecuada calidad de vida al paciente. [2]

4.4.2 Neuropatía

En un estudio llevado a cabo por Taylor et al, se encontró que el 53% de los pacientes que habían padecido una lesión por congelación significativa presentaban hipersensibilidad al frío posterior, un 40% presentaba entumecimiento de los dedos y un 33% refería sensibilidad táctil reducida. [2, 3]

La clínica de la neuropatía secundaria a una congelación se puede manifestar en forma de hiperhidrosis secundaria al daño nervioso, hipersensibilidad al frío, dolor crónico, hipoestésias, hiperestésias y parestesias. [1]

En la fisiopatología de esta complicación parece intervenir la vasoconstricción producida por una mayor actividad simpática durante el enfriamiento del tejido junto a una reducción de la liberación de óxido nítrico endotelial. [1] De igual forma, en pacientes con lesiones por congelación se ha evidenciado una pérdida de función de las fibras nerviosas tanto pequeñas como grandes y una disminución de la velocidad de conducción nerviosa en fibras motoras y sensitivas. [1]

Este tipo de secuelas pueden ser comunes y a la vez difíciles de tratar, el uso temprano de medicamentos como gabapentina, amitriptilina, duloxetina o pregabalina puede ser beneficiosos. [1, 2, 3] Además, el bloqueo simpático epidural, la simpatectomía química (mediante la inyección de alcohol o fenol) o quirúrgica, los betabloqueantes o vasodilatadores podrían ser otras opciones terapéuticas en estos pacientes. [1]

En la actualidad se están realizando estudios con toxina botulínica tipo A que parece inhibir los nociceptores de fibra C y evita la vasoconstricción. [1]

4.4.3 Ulceración crónica

En ocasiones debido a una biomecánica alterada, una mala circulación o una mala calidad del tejido; se pueden observar úlceras crónicas de la piel que había sido previamente congelada. [2, 3]

Este fenómeno es más frecuente en áreas de presión de miembros inferiores o tras amputaciones. [2]

4.4.4 Artritis

La artritis es un fenómeno frecuente tras la congelación que se ha documentado en varios estudios. [2, 3] Clínicamente se parece a una osteoartritis normal que suele aparecer meses o años después de la congelación. [1] Estos pacientes pueden beneficiarse de intervenciones como la fisioterapia. [1]

4.4.5 Osteoporosis

La osteoporosis localizada y la pérdida de hueso subcondral se pueden observar tras una lesión por congelación y se cree que estarían relacionadas con una posible lesión vascular o provocadas directamente por el daño causado por el frío. [1, 2, 3]

5. Discusión

La congelación no es una de las lesiones más incidentes en nuestro medio, por lo que el reducido número de pacientes existentes dificulta la investigación, originando escasez de bibliografía y falta de evidencia científica. Todos estos factores unidos, provocan controversia en la aplicación de ciertos tratamientos y la adopción de determinadas medidas a la hora de tratar la congelación entre diversos autores y guías de práctica clínica.

Se ha comprobado que la medida más eficaz a la hora de disminuir tanto la gravedad de las lesiones por congelación como las posibles secuelas y morbilidades que pueden resultar tras sufrir una lesión de este tipo sigue siendo la prevención. La toma de medidas que aseguren una correcta perfusión periférica como una buena hidratación y nutrición; la realización de ejercicio físico a intensidad moderada y la protección frente al frío mediante ropa acorde al clima serán fundamentales. Así mismo, se recomienda evitar los factores de riesgo que pueden aumentar las probabilidades de sufrir una congelación.

Tras producirse la lesión, la mayor parte de la bibliografía hace una distinción entre el tratamiento que se debe iniciar inmediatamente en el campo o medio extrahospitalario y aquellos tratamientos que requieren de una monitorización y técnicas más específicas que deben ser suministradas en el medio hospitalario.

Cuando la demora estimada para que el paciente reciba la atención definitiva sea superior a 2 horas y no haya riesgo de que la extremidad se vuelva a congelar, el recalentamiento rápido mediante la inmersión de la parte afectada en agua tibia acompañada de una solución antiséptica, unido a analgesia que reduzca el dolor provocado por el recalentamiento se consideran las medidas más efectivas a aplicar.

Por otro lado, cuando hay riesgo de recongelación en el medio extrahospitalario o el tiempo de evacuación previsto es inferior a 2 horas, la bibliografía avala la protección de la extremidad afectada y la descongelación espontánea si esta se produce.

Como medidas complementarias en el medio extrahospitalario se recomienda tratar la hipotermia si estuviera presente mediante la administración de fluidos intravenosos precalentados o diversos mecanismos externos como mantas o sistemas de aire caliente. Existen otras terapias adyuvantes que precisan de mayor investigación como es la simpatectomía y que podrían mejorar el tratamiento inicial de la congelación.

Respecto al tratamiento hospitalario, se recomienda continuar con las medidas generales ya emprendidas anteriormente o iniciarlas en este momento si no se había hecho previamente. Estas incluyen la hidratación del paciente, analgesia o tratamiento de la hipotermia. La profilaxis antitetánica está recomendada de acuerdo a los protocolos habituales y la antibioterapia se indica para casos en los cuales existan signos o síntomas sugerentes de sepsis u otros focos infecciosos y en casos de traumatismos graves.

El recalentamiento rápido es la medida a tomar que cuenta con un mayor respaldo de la bibliografía disponible. Se debe realizar en casos en los cuales la extremidad se encuentre total o parcialmente congelada a su llegada al hospital. En aquellos casos en los que el tejido se encuentre totalmente descongelado, un mayor recalentamiento no ha mostrado beneficios.

Durante la estancia hospitalaria del paciente es muy importante la monitorización del mismo. Las técnicas de imagen como la angio-resonancia o la Gammagrafía ósea con Tc 99 están cobrando cada vez más importancia a la hora de realizar una determinación precoz de la viabilidad del tejido afecto y dar un pronóstico previo a la administración de la terapia trombolítica o realización de técnicas quirúrgicas. De igual forma, permiten realizar un seguimiento evolutivo del tratamiento y medir la efectividad del mismo. Durante las primeras 48 horas tras el recalentamiento, la primera de ellas parece ser superior a la segunda.

Respecto a las técnicas terapéuticas hospitalarias, la trombólisis mediante la aplicación de tPA ha demostrado ser una medida con suficiente beneficio para recomendar su uso en lesiones de grados III o IV por congelación dentro de las primeras 24 horas tras el recalentamiento siempre y cuando el paciente pueda ser monitorizado y no presente contraindicaciones para su aplicación. Se recomienda que sea suministrada por un equipo con experiencia previa en su uso.

Para aquellos casos en los cuales el uso de tPA esté contraindicado o hayan pasado más de 24 horas tras el recalentamiento, Ileoprost se ha erigido como una alternativa efectiva que puede utilizarse hasta 72 horas después de llevar a cabo el recalentamiento. En la bibliografía existente se ha documentado una reducción en las tasas de amputación con su utilización.

El tratamiento quirúrgico suele reservarse como último escalón terapéutico para situaciones en las cuales el tratamiento médico haya fracasado o el tejido afecto sea inviable. La amputación se suele demorar entre 1 y 3 meses, periodo que tarda en llevarse a cabo la demarcación completa del tejido necrótico. En situaciones precoces en las que aparezcan síntomas o signos de sepsis o gangrena se puede llevar a cabo una amputación precoz tras haber realizado previamente una prueba de imagen que ayude a establecer la delimitación del tejido afecto. La fasciotomía es una medida que se lleva a cabo con mayor asiduidad, ya que, es relativamente frecuente que con el recalentamiento se origine un edema que pueda conducir a un síndrome compartimental que precise descompresión.

Al igual que ocurría en el medio extrahospitalario, aquí también se hallan tratamientos novedosos que están en líneas de investigación como podría ser la oxigenoterapia hiperbárica o el uso de nuevos vasodilatadores (pentoxifilina, fenoxibenzamina, etc.); que si confirman los resultados prometedores obtenidos hasta ahora podrían suponer un avance en el tratamiento de las congelaciones reduciendo la morbilidad que estas lesiones suponen en los pacientes que las sufren.

En la realización de este trabajo, la mayor dificultad que los autores han debido solventar, ha sido la recopilación de bibliografía actualizada y la unificación de la misma dando un enfoque objetivo y simplificado del tratamiento de las lesiones por congelación en los diferentes ámbitos en los que estas se tratan.

No se declaran conflictos de intereses.

6. Conclusiones

- Las lesiones de grado I o II se pueden tratar generalmente de manera ambulatoria sin necesidad de ingreso hospitalario, o en caso de precisar sería de corta duración.
- Las lesiones profundas de grado III o IV deben ser tratadas en un entorno hospitalario ante la posibilidad de precisar monitorización o requerir tratamiento trombolítico, vasodilatador o quirúrgico.
- La trombólisis mediante tPA aplicada en las primeras 24h tras el recalentamiento ha demostrado ser eficaz reduciendo las tasas de amputación, siendo más eficaz cuanto más precoz sea su administración.
- En casos en los que la administración de tPA este contraindicada o se vaya a retrasar el traslado del paciente a un centro hospitalario, se debe considerar lleoprost el tratamiento de elección en las primeras 72h tras el recalentamiento al mostrar resultados significativamente favorables a la hora de reducir las amputaciones y morbilidades posteriores.
- A la hora de tratar a un paciente con lesiones por congelación en el medio extrahospitalario lo más importante es protegerlo del frío, mantenerlo hidratado e iniciar un recalentamiento rápido si el traslado se va a demorar más de 2h y no hay riesgo de recongelación.
- En el ámbito hospitalario, se debe reevaluar al paciente, realizándole las pruebas de imagen y monitorización pertinentes; así como la administración de procedimientos terapéuticos apropiados a su situación como trombólisis, administración de lleoprost o realización de fasciotomías y amputaciones.

7. Bibliografía

1. Regli, I.B.; Strapazon, G.; Falla, M.; Oberhammer, R.; Brugger, H. Long-Term Sequelae of Frostbite—A Scoping Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021, 18, 9655. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijerph18189655>
2. Handford C, Thomas O, Imray CHE. Frostbite. *Emerg Med Clin North Am.* 2017;35(2):281–99.
3. Joshi K, Goyary D, Mazumder B, Chattopadhyay P, Chakraborty R, Bhutia YD, et al. Frostbite: Current status and advancements in therapeutics. *J Therm Biol* [Internet]. 2020;93(August):102716. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2020.102716>
4. Grieving, AW; Davis, P.; Dhillon, S.; Richards, P.; Hillebrandt, D.; Imray, C. A clinical review of the management of frostbite. *JR Army Med. Corps* 2011, 157, 73–78.
5. Ingram BJ, Raymond TJ. Recognition and treatment of freezing and nonfreezing cold injuries. *Curr Sports Med Rep.* 2013;12(2):125–30.
6. Johnson AR, Jensen HL, Peltier G, DelaCruz E. Efficacy of intravenous tissue plasminogen activator in frostbite patients and presentation of a treatment protocol for frostbite patients. *Foot ankle specifications.* 2011; 4:344Y8.
7. McIntosh SE, Freer L, Grissom CK, Auerbach PS, Rodway GW, Cochran A, et al. Wilderness Medical Society Clinical Practice Guidelines for the Prevention and Treatment of Frostbite: 2019 Update. *Wilderness Environ Med* [Internet]. 2019;30(4): 19–32. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.wem.2019.05.002>
8. Zafren K. Frostbite: Prevention and initial management. *High Alt Med Biol.* 2013;14(1):9–12.
9. Bielsa Marsol I. Perniosis. *Semin la Fund Esp Reumatol.* 2012;13(2):55–61.
10. Larraz P, Ibarrola C. “Los pies de Teruel”: Asistencia y tratamiento de las heridas por congelación en los hospitales navarros durante la guerra civil. *An Sist Sanit Navar.* 2005;28(2):197–212.
11. Frostnip [Internet]. Mayo Clinic. 2022 [cited 8 January 2022]. Available from: <https://www.mayoclinic.org/diseasesconditions/frostbite/multimedia/frostnip/img-20007393>
12. Fudge JR. Exercise in the Cold: Preventing and Managing Hypothermia and Frostbite Injury. *Sports Health.* 2016;8(2):133–9.
13. Castellani JW, Young AJ, Ducharme MB, et al. American College of Sports Medicine Position Stand: Preventing Cold Injuries During Exercise. *Medical Science Sports Exercise.* 2006; 38: 2012-2029.
14. Fudge JR, Bennett BL, Simanis JP, Roberts WO. Medical evaluation for extreme exposure: cold. *Clin J Sport Med.* 2015; 25: 432-436.
15. Lacey AM, Rogers C, Endorf FW, Fey RM, Gayken JR, Schmitz KR, et al. An Institutional Protocol for the Treatment of Severe Frostbite Injury—A 6-Year Retrospective Analysis. *J Burn Care Res.* 2021;42(4):817–20.
16. Sachs C, Lehnhardt M, Daigeler A, Goertz O. Einteilung und Therapie kälteinduzierter Verletzungen. *Dtsch Arztebl Int.* 2015;112(44):741–7.
17. Heil K, Thomas R, Robertson G, Porter A, Milner R, Wood A. Freezing and non-freezing cold weather injuries: A systematic review. *Br Med Bull.* 2016;117(1):79–93.
18. McMahan JA, Howe A. Cold Weather Issues in Sideline Activities and Event Management. *Curr Sports Medical Representative.* 2012; 11: 135-141.

19. Dole M, Endorf FW, Gayken J, Fey R, Nygaard RM. Early mobilization in lower extremity frostbite: preliminary experience in a single burn center. *J Burn Care Res.* 2018; 39(3): 339–44.
20. Hardenbergh E, Miles JA: The effect of sympathectomy on tissue loss after experimental freezing of rabbit ear. *J Surg Res* 1972; 13: 126–34.
21. Irrarázaval S, Besa P, Cauchy E, Pandey P, Vergara J. Case report of frostbite with delay in evacuation: Field use of iloprost might have improved the outcome. *High Alt Med Biol.* 2018;19(4):382–7.
22. Imray C, Grieve A, Dhillon S. Cold injury to extremities: frostbite and non-freezing cold injuries. *Postgraduate in Medicine J.* 2009; 85 (1007): 481–8.
23. Hickey S, Whitson A, Jones L, Wibbenmeyer L, Ryan C, Fey R, et al. Guidelines for thrombolytic therapy for frostbite. *J Burn Care Res.* 2020;41(1):176–83.
24. Groechnig E. Freezing treatment with iloprost. *Lancet.* 1994; 344 (8930): 1152–3.
25. Lorentzen AK, Davis C, Penninga L. Interventions for frostbite injuries. *Cochrane Database Syst Rev.* 2020;2020(12).
26. Cauchy E, Cheguillaume B, Chetaille E. A controlled trial of a prostacyclin and rt-PA in the treatment of severe frostbite. *N Engl J Med* 2011; 364(2): 189–90.
27. Shakirov BM. Frostbite injuries and our experience treatment in the Samarkand area Uzbekistan. *Int J Burns Trauma.* 2020;10(4):156–61.