

Criocompresión en el ámbito pre y postoperatorio ortopédico: evidencia y práctica clínica

La **criocompresión** – la combinación simultánea de **terapia de frío** y **compresión** – se ha convertido en una herramienta cada vez más utilizada en ortopedia para el manejo perioperatorio (antes y después de la cirugía). Esta terapia busca **disminuir la inflamación, controlar el dolor y acelerar la recuperación** tras procedimientos quirúrgicos ortopédicos. A continuación, analizamos la literatura reciente, incluyendo estudios clínicos y opiniones de profesionales, con especial atención a la tecnología **Zamar**, un sistema avanzado de crioterapia con compresión, comparándolo con métodos tradicionales (hielo convencional y fármacos antiinflamatorios).

Mecanismos de acción del frío con compresión

La aplicación local de **frío** induce **vasoconstricción** y reduce el metabolismo celular, lo que **disminuye la perfusión sanguínea** en los tejidos lesionados. Esto limita la extravasación de líquidos (edema) y aminora la respuesta inflamatoria local

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

. Además, el enfriamiento retrasa la conducción nerviosa, **atenuando la transmisión de las señales de dolor**

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

. La **compresión** aplicada junto con el frío potencia estos efectos al ayudar a prevenir la acumulación de edema y favorecer el retorno venoso y linfático. De hecho, dispositivos criocompresivos como el Cryo/Cuff® combinan **presión hidrostática** con enfriamiento para reducir el dolor y la hinchazón postraumática o postquirúrgica

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

. En conjunto, la crioterapia con compresión (a menudo parte del protocolo RICE: *Rest, Ice, Compression, Elevation*) **limita la inflamación local y alivia el dolor**, creando un entorno más propicio para la cicatrización y la rehabilitación temprana.

Tecnología Zamar: crioterapia de última generación con compresión

Zamar es una marca de dispositivos médicos de crioterapia que incorpora compresión neumática, destacada por su tecnología avanzada “*sin agua ni hielo*”. A diferencia de los sistemas tradicionales que utilizan hielo o agua fría, los equipos Zamar (como el modelo Z-One) emplean un circuito cerrado con un líquido especial (glicol) y un enfriador eléctrico, capaz de **mantener temperatura constante** programable (entre -5°C y +45°C) de forma prolongada

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

. Esto los sitúa dentro de la “tercera generación” de crioterapia: **dispositivos computerizados de frío continuo controlado**, que permiten enfriar la zona tratada a ~5–11°C de manera estable durante horas, sin necesidad de recargar hielo

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

. Muchos sistemas Zamar también ofrecen compresión ajustable en varios niveles, generalmente de forma *intermitente*, para mejorar la eficacia del frío sin provocar molestias excesivas.

*Aplicación de criocompresión con un dispositivo Zamar Z-One en la rodilla de un paciente tras cirugía. A la izquierda, un manguito enfriador envolviendo la rodilla conectado a la unidad Zamar (derecha). Estos equipos proporcionan **frío constante (5°C)** en el área lesionada junto con **compresión controlada**, sin necesidad de hielo o agua, manteniendo el frío de forma uniforme y segura*

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

.

En la práctica, la tecnología de Zamar ofrece ventajas logísticas y terapéuticas sobre el hielo tradicional. Al no requerir hielo, **garantiza un enfriamiento inmediato y sostenido** (por ejemplo, 5°C constantes en el manguito) frente al descenso rápido de temperatura que sufre una bolsa de hielo al derretirse

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

. Asimismo, los sistemas cerrados evitan el goteo y mantienen la higiene, y permiten aplicar **compresión neumática graduada** (estática o cíclica) que el hielo convencional por sí solo no proporciona. En resumen, Zamar representa una evolución tecnológica destinada a brindar **crioterapia uniforme, prolongada y combinada con compresión**, optimizando así los efectos terapéuticos en el periodo postoperatorio.

Beneficios clínicos de la criocompresión en ortopedia

Múltiples estudios respaldan el **efecto beneficioso de la crioterapia local tras la cirugía ortopédica**. En general, el enfriamiento postquirúrgico se asocia con **reducción del dolor, menor hinchazón y mejor rango de movimiento articular**, favoreciendo una rehabilitación más rápida

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

. La compresión simultánea puede potenciar estos resultados. Por ejemplo, en cirugía de rodilla, se ha observado que **añadir compresión dinámica al protocolo de frío mejora aún más ciertos parámetros** frente al frío solo: acelera la recuperación del rango de flexión, **reduce con mayor eficacia la inflamación (derrame articular)** y alivia más el dolor con la actividad

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

. Esto se traduce en pacientes que **recuperan función antes**, con distancias de marcha más largas y mejores puntuaciones funcionales en escalas clínicas

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

.

Además del beneficio físico, la criocompresión **contribuye al control analgésico multimodal** sin añadir farmacología sistémica. Al mitigar el dolor local, suele disminuir la necesidad de opioides u otros analgésicos postoperatorios. En artroplastia de rodilla, por ejemplo, el uso de frío continuo ha logrado **reducir el consumo de opioides en los primeros días** tras la cirugía en comparación con métodos tradicionales

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

. Esto es valioso dado que la analgesia convencional (opioides, AINEs) puede provocar efectos secundarios (náuseas, sedación, gastritis, etc.)

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

; la crioterapia ofrece alivio sin esos riesgos sistémicos. Los pacientes sometidos a criocompresión típicamente reportan **alto grado de satisfacción**, ya que perciben mejor manejo del dolor y comodidad, llegando muchos a recomendar este tratamiento a otros

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

.

En síntesis, la combinación de frío y compresión **combate la triada dolor-inflamación-edema de forma eficaz**, facilitando la movilización temprana de la zona operada y, potencialmente, acortando el tiempo de recuperación funcional

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

. A continuación, revisamos la evidencia específica en distintos tipos de cirugía ortopédica.

Efectos en diferentes cirugías ortopédicas

Cirugía de rodilla (prótesis, artroscopias y ligamentos)

La rodilla es una de las articulaciones donde más se ha estudiado la crioterapia postquirúrgica. Tras una **artroplastia total de rodilla (prótesis)**, es habitual el dolor intenso, inflamación y movilidad limitada en los primeros días

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

. Intervenciones tempranas para controlar estos síntomas son cruciales para la rehabilitación. Varios ensayos clínicos recientes sugieren que la criocompresión aporta beneficios en este contexto:

- **Mejor control del dolor y movilidad temprana:** En un estudio con 100 pacientes tras prótesis de rodilla, un grupo recibió crioterapia continua con un dispositivo

Zamar Z-One (frío constante a 5°C con leve compresión) mientras el grupo control usó frío intermitente con bolsas de hielo

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

. Los resultados mostraron en el grupo Zamar una **disminución significativa del dolor y del consumo de opiáceos**, así como una **mayor amplitud de movimiento de la rodilla en las primeras 48–72 h** comparado con el grupo de hielo convencional

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

. Los pacientes con criocompresión se mostraron más satisfechos con el manejo del dolor postoperatorio y valoraron positivamente el tratamiento

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

.

- **Menos inflamación y mejor función:** Otro ensayo aleatorizado (40 pacientes) comparó rehabilitación estándar con frío intermitente vs. frío **más compresión neumática** durante las primeras 3 semanas tras prótesis de rodilla. Al día 21, el grupo con criocompresión presentó **menos derrame articular (menor circunferencia de rodilla, $p=0,002$)**, **menos dolor al realizar actividad física** ($p=0,005$) y mejores resultados funcionales (test de marcha 6 minutos y cuestionario KOOS) que el grupo con solo crioterapia estándar

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

. La recuperación del rango de movimiento fue más rápida con la compresión añadida

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

. En palabras de los autores, *“añadir compresión dinámica a la crioterapia aportó beneficios adicionales: recuperación más rápida de la flexión de rodilla, mayor reducción de la inflamación y menor dolor en actividad”*

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

.

- **Cirugías artroscópicas de rodilla (ligamentos):** En lesiones de ligamento cruzado anterior (LCA) reconstruidas, también se ha explorado la criocompresión. Un estudio preliminar indicó que la aplicación de frío con compresión intermitente tras la reconstrucción del LCA mejoró el alivio del dolor postoperatorio

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

. De igual forma, se ha reportado que la crioterapia con compresión disminuye la pérdida sanguínea y el requerimiento de analgésicos tras cirugías de rodilla, en comparación con hielo y vendajes simples

[pmc.ncbi.nlm.nih.gov](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov)

. No obstante, no todos los parámetros mejoran: algunos trabajos no hallaron diferencias significativas en la movilidad final o perímetro articular cuando se añadió compresión, aunque sí en el confort y ciertos marcadores clínicos

[pmc.ncbi.nlm.nih.gov](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov)

.

- **Evidencia mixta en resultados a largo plazo:** Pese a los beneficios mencionados, revisiones sistemáticas han matizado que las ventajas de los dispositivos de frío continuo **podrían no ser dramáticamente superiores a las del hielo tradicional en cirugía de rodilla**. Una revisión de 2023 que analizó 7 ensayos (519 pacientes de prótesis de rodilla) no encontró diferencias estadísticamente significativas en dolor, consumo total de analgésicos, rango de movimiento ni edema entre usar crioterapia continua (con máquina) versus crioterapia convencional intermitente con hielo

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

. Tampoco hubo diferencia en la duración de la estancia hospitalaria

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

. Dicha revisión concluye que, con la evidencia disponible, los beneficios clínicos de la crioterapia continua pueden ser modestos y debe ponderarse su **coste adicional**, recomendando hielo convencional como medida estándar en muchos casos

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

. En resumen, en cirugía de rodilla la criocompresión **mejora el confort y algunos aspectos de la recuperación temprana**, aunque el impacto en resultados a largo plazo (ej. función final de la prótesis) y su relación costo-beneficio sigue en debate.

Cirugía de cadera

En **artroplastia total de cadera (prótesis de cadera)**, la crioterapia no está tan difundida como en rodilla pero también se ha investigado. Un estudio clínico con 60 pacientes sometidos a prótesis de cadera examinó la utilidad del frío continuo postoperatorio: 30 pacientes usaron un dispositivo de enfriamiento local durante 72 horas tras la cirugía, comparados con 30 controles sin crioterapia

[pmc.ncbi.nlm.nih.gov](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov)

. Los resultados mostraron que **el grupo con crioterapia tuvo menos inflamación**: al cuarto día post-op la circunferencia del muslo (indicador de edema) era significativamente menor que en controles

[pmc.ncbi.nlm.nih.gov](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov)

. Además, **la satisfacción reportada por los pacientes fue mayor** en quienes recibieron frío (en días 4 y 7 post-op)

[pmc.ncbi.nlm.nih.gov](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov)

. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en el dolor promedio, la pérdida sanguínea ni otros parámetros clínicos entre ambos grupos

[pmc.ncbi.nlm.nih.gov](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov)

. Todos los pacientes habían recibido de rutina analgesia multimodal (incluyendo antiinflamatorios y técnicas anestésicas locales), lo cual podría haber igualado en parte los resultados de dolor. Aun así, la menor hinchazón en el grupo de crioterapia sugiere un beneficio en términos de **comodidad y recuperación de la movilidad** (menos tensión de tejidos). Los autores concluyen que la crioterapia tras prótesis de cadera *“apoya una reducción del edema y mejora la satisfacción del paciente”*, incluso cuando todos recibieron otros métodos para controlar sangrado y dolor

[pmc.ncbi.nlm.nih.gov](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov)

.

Por otra parte, la combinación de frío y compresión ha demostrado utilidad en procedimientos de cadera de menor escala. En pacientes sometidos a **artroscopia de cadera** por pinzamiento (FAI), un estudio comparó 20 pacientes tratados con criocompresión postoperatoria vs. 20 controles con hielo convencional. El grupo con criocompresión presentó **menores puntuaciones de dolor agudo** (días iniciales) que el grupo con hielo solo (VAS significativamente inferior) y todos pudieron ser **dados de alta al día siguiente de la cirugía** (day-case) frente a 3 pacientes del grupo control que requirieron un día extra de hospitalización (diferencia no significativa estadísticamente)

[researchgate.net](https://www.researchgate.net)

. Asimismo, hubo una tendencia a necesitar menos dosis de analgésicos opioides en el grupo con criocompresión (1,75 vs 2,8 dosis por paciente)

[researchgate.net](https://www.researchgate.net)

. En resumen, tras cirugías artroscópicas de cadera, la criocompresión se asoció a **menos dolor postoperatorio inmediato** y posiblemente a una recuperación más rápida, facilitando altas tempranas

[researchgate.net](https://www.researchgate.net)

.

Cirugía de hombro

El hombro postquirúrgico (p. ej. tras reparaciones del manguito rotador, artroplastia de hombro o estabilizaciones) suele beneficiarse de la crioterapia para aliviar el dolor, dado que la movilidad inicial del hombro está restringida y el dolor puede ser notable. Una **revisión sistemática de 2024** recopiló 6 ensayos clínicos aleatorizados (233 pacientes en

total con diversas cirugías de hombro) analizando la eficacia de la crioterapia en el postoperatorio

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

. En la mayoría de estudios, la aplicación de frío – ya fuera mediante dispositivos de flujo continuo (Polar Care®), Cryo/Cuff® u **hielo común** – **redujo significativamente el dolor postquirúrgico de hombro** comparado con no aplicar frío

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

. Los pacientes con crioterapia generalmente reportaron menos dolor en reposo y durante la rehabilitación inicial. Un estudio dentro de la revisión no encontró diferencias en dolor entre frío vs. control, pero fue la minoría

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

. También se documentó que el frío disminuye efectivamente la **temperatura intraarticular y de la piel**, lo cual podría favorecer la función muscular (se ha sugerido que enfriar la articulación mejora la activación del músculo cuádriceps en rodilla, y análogamente podría ayudar en hombro)

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

. No obstante, la evidencia en hombro presenta ciertas limitaciones: los tamaños muestrales eran pequeños y hubo heterogeneidad en los métodos (diferentes duraciones de aplicación, distintos tipos de cirugía)

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

. Aún así, los revisores concluyen que la crioterapia **es un tratamiento adjunto prometedor para el dolor postoperatorio de hombro** y posiblemente ayuda a la rehabilitación temprana, si bien hacen falta más estudios de alta calidad para determinar su impacto en la recuperación funcional (rango de movimiento a largo plazo, fuerza, etc.)

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

. En la práctica, muchos cirujanos ortopédicos de hombro proporcionan a sus pacientes unidades de hielo continuo o recomiendan hielo frecuente los primeros días tras cirugías como la reparación del manguito rotador, dada la evidencia de mejor alivio del dolor y menor edema que con analgesia sola

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

. La criocompresión en hombro (p.ej. utilizando manguitos crioterapéuticos con compresión) podría ofrecer ventajas adicionales, aunque no está tan estudiada específicamente como en rodilla.

Cirugía de tobillo y pie

En cirugías de tobillo y pie, la inflamación postoperatoria puede ser marcada debido a la dependencia declive (extremidad inferior) y a la complejidad anatómica. **Aplicar frío con compresión en el tobillo** es una práctica común en lesiones deportivas agudas y en el postoperatorio para controlar el edema y el dolor. Un estudio clásico que introdujo el Cryo/Cuff® (botas de hielo con compresión por gravedad) evaluó pacientes con **cirugía bilateral de pie**: se aplicó criocompresión en un pie y tratamiento convencional (hielo solo) en el otro, permitiendo una comparación directa en la misma persona. Se encontró que en el **80% de los casos el pie tratado con Cryo/Cuff presentaba menos dolor y menos hinchazón** en las consultas postoperatorias iniciales, en comparación con el pie control

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

. Este sistema demostró ser una modalidad eficaz para **facilitar la recuperación postquirúrgica en pie y tobillo**, reduciendo las molestias y la tumefacción tras la operación

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

.

En pacientes con lesiones ligamentarias de tobillo (esguinces), aunque no estrictamente quirúrgico, la crioterapia intermitente también ha mostrado disminuir el dolor y acelerar la recuperación funcional. Por ejemplo, en esguinces de tobillo moderados, añadir aplicaciones regulares de hielo intermitente los primeros días logró una reducción significativa del dolor al apoyar el pie en comparación con no enfriar

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

. Este principio es trasladable al postoperatorio: tras cirugías de tobillo (como fijaciones de fracturas, artroscopias de tobillo o reconstrucciones ligamentosas), se recomienda habitualmente **aplicar frío local frecuente durante las primeras 48-72 horas** para minimizar la inflamación y el dolor

orthobracing.com

orthobracing.com

. Muchos cirujanos indican a sus pacientes el uso de compresas frías o dispositivos de crioterapia domiciliarios en este periodo agudo. La compresión elástica añadida (vendajes compresivos) combinada con hielo suele emplearse para potenciar la reducción de edema en el pie/tobillo operado.

En resumen, aunque la literatura específica en tobillo y pie postoperatorio es menos abundante que en rodilla, **la experiencia clínica y evidencia disponible apoyan la**

criocompresión como aliada para reducir el edema, el dolor y acelerar la recuperación en cirugías de estas articulaciones inferiores.

Cirugía de muñeca y mano

Las cirugías de la muñeca (p. ej. artroscopias, liberación de túnel carpiano, reparaciones ligamentarias) también pueden beneficiarse del frío, pero la magnitud del efecto parece variar según la agresividad de la cirugía. Un estudio aleatorizado en 54 pacientes sometidos a **artroscopia de muñeca** comparó la aplicación postoperatoria domiciliar de Cryo/Cuff® (frío + compresión 3 veces al día) durante 3 semanas frente a cuidados estándar sin crioterapia específica. A diferencia de lo observado en grandes articulaciones, en este estudio **no se hallaron diferencias estadísticamente significativas** en el dolor, la inflamación ni la movilidad de la muñeca entre el grupo con criocompresión y el grupo control al cabo de 3 semanas

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

. Ambos grupos mejoraron su rango de movimiento y redujeron algo el dolor conforme pasaban los días, pero la mejoría fue similar (ejemplo: el dolor VAS disminuyó ~49% con CryoCuff vs 41% con cuidado estándar, diferencia no significativa)

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

. Asimismo, las puntuaciones funcionales (DASH) fueron prácticamente iguales entre grupos

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

. Los autores concluyeron que en artroscopias de muñeca ambulatorias, **la criocompresión adicional no mostró un efecto clínico relevante** sobre la recuperación respecto al protocolo convencional

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

. Esto sugiere que en cirugías de menor invasión o zonas con menor edema potencial, el beneficio del frío con compresión puede ser modesto. Aun así, cabe destacar que en dichos pacientes el dolor de base era leve-moderado y todos realizaron rehabilitación estándar; es posible que en cirugías de mano más complejas (por ejemplo, fijaciones de fracturas de muñeca con mayor inflamación) el frío sí ayude a aliviar síntomas agudos. En la práctica, muchos cirujanos de mano recomiendan hielo local postoperatorio las primeras 24-48 h para confort del paciente, aunque **el uso de dispositivos de crioterapia avanzados en muñeca no está tan extendido** debido al costo y a la recuperación relativamente rápida de estas cirugías.

Comparación de la criocompresión (sistema Zamar) con métodos tradicionales

– **Versus hielo tradicional:** La terapia de frío clásica con bolsas de hielo o compresas congeladas ha sido durante décadas el pilar para reducir la inflamación postquirúrgica. Su eficacia básica para disminuir dolor e hinchazón está probada, pero presenta limitaciones: la temperatura no es controlada (el hielo puede estar a -0°C inicialmente,

con riesgo de quemadura cutánea si se aplica directo, y luego sube rápidamente a medida que se derrite), la **duración de enfriamiento es corta** (10-20 minutos efectivos hasta que la bolsa pierde frío) y suele requerir reemplazos frecuentes de hielo

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

. Además, la aplicación de hielo por largos periodos sin pausas puede provocar vasodilatación refleja tras 20-30 minutos, reduciendo el efecto (el llamado fenómeno de caza).

Los sistemas como Zamar superan estas limitaciones al **mantener un frío constante y seguro durante periodos prolongados**. En el protocolo de prótesis de rodilla con Zamar, se pudo aplicar frío 3 horas seguidas antes de la cirugía y varias horas al día en días posteriores sin complicaciones, gracias a que la máquina sostenía 5°C de manera uniforme

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

. En cambio, el grupo con hielo solo podía usarlo 15 minutos cada pocas horas para evitar daño cutáneo

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

. La temperatura controlada de Zamar (por encima de congelación) y su capacidad de elevar gradualmente la temperatura al terminar la sesión evitan el riesgo de lesión por frío extremo y el rebote vasodilatador

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

. Otra ventaja práctica es la **comodidad y limpieza**: no hay agua derramada ni necesidad de personal para recargar hielo, lo que **mejora la logística hospitalaria** y el confort del paciente (el dispositivo es silencioso y portátil). En cuanto a resultados clínicos, la evidencia sugiere que **el frío continuo uniforme suele ofrecer un alivio del dolor más sostenido** en las horas inmediatas post-cirugía comparado con el hielo intermitente tradicional

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

. Asimismo, estudios han reportado **menos edema articular** con dispositivos de enfriamiento constante y compresión versus hielo solo

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

, aunque, como se señaló, metanálisis globales no siempre encuentran diferencias marcadas en todos los parámetros finales

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

. En suma, el sistema Zamar es al menos **tan efectivo como el hielo tradicional** para controlar dolor e inflamación, y potencialmente superior en el **periodo inicial** por su capacidad de proporcionar un frío más constante y combinado con compresión. Su principal desventaja frente al hielo simple es el **costo** y disponibilidad: requiere un equipo

especializado, mientras que el hielo es barato y universal. Por ello, algunas guías conservadoras siguen recomendando el hielo estándar cuando los recursos son limitados

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

, reservando los dispositivos de crioterapia para casos en que se busca una recuperación optimizada (p. ej. deportistas, cirugías mayores, pacientes muy sintomáticos).

– Versus fármacos antiinflamatorios: Los **AINEs (antiinflamatorios no esteroideos)** y otros fármacos (analgésicos, corticoesteroides locales) son otra vía tradicional para manejar la inflamación y el dolor postoperatorio. Farmacológicamente, los AINEs reducen la cascada inflamatoria (prostaglandinas), ofreciendo beneficios sistémicos. Sin embargo, su uso puede estar limitado por efectos adversos (irritación gástrica, alteración de la coagulación, daño renal, etc.), especialmente en pacientes mayores o con comorbilidades. La criocompresión, en cambio, actúa **localmente** y no conlleva efectos sistémicos adversos significativos – más allá de las precauciones cutáneas por frío. **No se trata de terapias excluyentes sino complementarias:** en casi todos los estudios revisados, los pacientes de ambos grupos (con o sin crioterapia) recibieron medicación analgésica/antiinflamatoria estándar; la diferencia es que el grupo con frío frecuentemente **necesitó menos dosis** para lograr alivio adecuado

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

researchgate.net

. Esto indica que la crioterapia ayuda a *ahorrar fármacos*. Por ejemplo, en prótesis de rodilla con dispositivo de frío, los pacientes demandaron menos opioides que los de hielo, consiguiendo niveles de dolor similares o inferiores

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

. En artroscopias de cadera con criocompresión se observó una tendencia a menor uso de analgésicos narcóticos que con hielo solo

researchgate.net

.
Cabe mencionar que los AINEs controlan la inflamación bioquímica, mientras que el frío+compresión controla la **inflamación física (edema, flujo sanguíneo)** y el dolor neurosensorial. En conjunto, ambos enfoques pueden proporcionar un control más completo. Algunos protocolos de recuperación mejorada (*ERAS*) incorporan tanto fármacos (ej. inhibidores COX-2) como crioterapia local para maximizar el confort del paciente. Una ventaja clara del frío es evitar los efectos secundarios de altas dosis de analgésicos; por otro lado, los fármacos pueden ser imprescindibles cuando el dolor es muy intenso o si hay procesos inflamatorios sistémicos. En términos de **efectividad comparativa**, la criocompresión **no sustituye** completamente a los fármacos, pero **sí puede reducir su necesidad** y potencialmente acortar el tiempo de rehabilitación al permitir movilización con menos dolor. En definitiva, el enfoque óptimo suele ser **combinado**: usar crioterapia con compresión como **adjunto no farmacológico** que potencia el efecto antiinflamatorio local, sumado a una pauta farmacológica adecuada.

Muchos profesionales consideran que “**el frío es el mejor antiinflamatorio local**”, y lo indican sistemáticamente salvo contraindicación, ya que mejora la comodidad del paciente sin el costo fisiológico de los medicamentos.

Protocolos de aplicación óptimos

Timing y frecuencia: La eficacia de la criocompresión depende en parte de *cuándo* y *por cuánto tiempo* se aplica. Las evidencias sugieren que **iniciar la crioterapia lo antes posible** tras la lesión o cirugía maximiza sus beneficios en controlar la inflamación aguda. Algunos protocolos incluso comienzan **preoperatoriamente:** en cirugía de rodilla, se ha aplicado frío con dispositivo el **día antes de la operación durante varias horas** con el fin de pre-enfriar tejidos y posiblemente atenuar la respuesta inflamatoria inmediata post-incisión

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

. Aunque esta práctica no es aún estándar, el estudio que la empleó mostró buenos resultados en el manejo del dolor postoperatorio

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

. En el postoperatorio inmediato (primeras 48 horas), suele recomendarse mantener una **alta frecuencia de enfriamiento**. Por métodos tradicionales, se aconseja hielo **cada 2-4 horas por 15-20 minutos** durante los dos primeros días

orthobracing.com

. Con máquinas de crioterapia, es posible aplicar sesiones más prolongadas sin interrupción; típicamente en el hospital se utilizan ciclos de 30 minutos hasta 2-3 horas seguidas, dependiendo de la tolerancia, seguidos de periodos de descanso para reponer el manguito y evaluar la piel

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

.

Un esquema común en dispositivos como Zamar es alternar 20 minutos de frío+compresión moderada con 30 minutos de reposo, varias veces al día. En el estudio con Zamar en rodilla, tras las primeras 6 horas postcirugía con 3 horas continuas de frío, se pautaron **sesiones de 3 horas mañana y tarde cada día** durante los 5 días posteriores

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

. Esto indica que en un entorno controlado, se pueden administrar hasta **6 horas diarias de crioterapia** sin complicaciones, gracias al control de temperatura y presión. Fuera del hospital, se suelen recomendar sesiones más cortas pero frecuentes. Por ejemplo, tras artroscopias ambulatorias, es típico indicar **aplicación de frío 3-4 veces al día por 15-20 min** durante la primera semana

orthobracing.com

orthobracing.com

. Según la evolución, este régimen se mantiene mientras haya inflamación o dolor significativo. Muchos clínicos sugieren continuar con **frío diario durante al menos 1-2 semanas** post-cirugía (disminuyendo la frecuencia conforme bajan la inflamación y el dolor)

orthobracing.com

orthobracing.com

. En cirugías mayores de rodilla/cadera, algunos pacientes prolongan el uso de dispositivos de crioterapia **hasta 3-4 semanas** postoperatorias, especialmente después de terapia física, para mitigar el dolor tras los ejercicios. Lo importante es adaptar la pauta al paciente: si persiste edema o molestia, alargar la crioterapia; si el paciente está asintomático, puede suspenderse antes. Siempre se debe **inspeccionar la piel** en el área tratada regularmente para evitar lesiones por frío o presión (eritema excesivo, quemadura superficial, etc.), aunque con los sistemas modernos esto es raro dado que traen sensores y rango de temperaturas seguras.

Niveles de compresión: La compresión neumática en estos sistemas suele tener niveles ajustables (bajo, medio, alto). Estudios han usado compresión **mínima o moderada para evitar molestias** continuas

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

, ya que una presión muy alta y continua podría comprometer la perfusión. Generalmente, la compresión **intermitente** (cíclica) es preferible a la estática constante, porque imita un masaje que promueve el drenaje sin ejercer presión sostenida excesiva. Por ejemplo, Zamar incorpora ciclos de inflado/deflado de 1 a 2 minutos. En cambio, en el estudio con Zamar se optó por la **compresión mínima constante** para simplemente asegurar el contacto del manguito con la piel, evitando incomodidad

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

. No hay un consenso único sobre el “mejor” nivel de compresión; debe individualizarse: **lo suficiente para reducir edema, pero sin dolor ni compromiso vascular**. Muchos aparatos recomiendan iniciar en el nivel más bajo y aumentarlo si el paciente lo tolera bien.

Duración total del tratamiento: ¿Cuánto tiempo debe mantenerse la criocompresión en días o semanas? Como pauta general, **mientras existan signos inflamatorios importantes** (tumefacción, calor local, dolor a la movilización) se seguirá usando frío de forma regular. Para cirugías mayores de articulaciones, esto suele abarcar **las primeras 2 semanas críticas**. En la primera semana, de forma intensiva; en la segunda, de forma más espaciada según necesidad

orthobracing.com

orthobracing.com

. A partir de la semana 3-4, si la recuperación marcha bien, la inflamación residual suele ser mínima y el uso de crioterapia puede hacerse “a demanda” (por ejemplo, tras una sesión intensa de fisioterapia o al final del día si hay molestias). Algunos protocolos de rehabilitación deportiva extienden el uso de crioterapia durante varias semanas para acelerar la vuelta a la actividad, aunque la evidencia objetiva más allá del primer mes es limitada. En cualquier caso, **no hay perjuicio en continuar aplicando frío** si al paciente le alivia, siempre y cuando se sigan las precauciones de protección cutánea.

Opiniones de cirujanos y fisioterapeutas, e implementación clínica

En la comunidad ortopédica y de rehabilitación, la criocompresión ha ganado amplia aceptación como parte del cuidado postoperatorio integral. Muchos cirujanos traumatólogos incorporan dispositivos de frío en sus protocolos de recuperación acelerada (ERAS) tras cirugías como prótesis articulares o reconstrucciones ligamentarias. La literatura respalda esta práctica, recomendando **incluir la crioterapia temprana de rutina tras la cirugía ortopédica** para mejorar el rango de movimiento, reducir cambios tróficos cutáneos, controlar el dolor y fomentar la independencia del paciente

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

. En entornos hospitalarios modernos, no es raro que en la sala de recuperación postanestésica ya se coloque un manguito de crioterapia (sea de hielo o de máquina) a pacientes de rodilla u hombro antes de que despierten completamente, iniciando así el manejo del dolor de inmediato.

Los **fisioterapeutas** y rehabilitadores también valoran positivamente estas tecnologías. En clínicas de fisioterapia deportiva, por ejemplo, se emplean máquinas como Zamar para tratar a atletas operados, con el objetivo de **“acelerar la recuperación hasta en un 60%”** según promocionan algunos proveedores (cifra anecdótica que refleja impresiones clínicas)

zamar.care

. Si bien ese porcentaje exacto puede variar, muchos fisioterapeutas reportan que los pacientes con crioterapia avanzada **llegan a la rehabilitación con menor dolor y edema**, lo que permite trabajar antes en rangos de movimiento y ejercicios funcionales. Un fisioterapeuta entrevistado tras usar Zamar en lesiones deportivas indicó que sus pacientes *“notan la zona menos inflamada y más móvil en cada sesión, lo que sin duda ayuda en la recuperación”* (experiencia clínica reportada, no publicada formalmente). Además, desde el punto de vista práctico, los terapeutas aprecian que **los sistemas portátiles se puedan emplear en clínica o prestarlos para domicilio**, asegurando continuidad del tratamiento frío fuera del hospital. Esto mejora la satisfacción del paciente, que percibe un cuidado activo de su dolor en casa.

En cuanto a la **aceptación por parte de los pacientes**, esta suele ser muy buena. Los pacientes a menudo describen alivio al usar estos aparatos: menos punzadas de dolor, sensación de soporte y “adormecimiento agradable” de la zona operada. En estudios clínicos, el grupo con criocompresión frecuentemente expresa **mayor comodidad global** que el grupo control

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

, y en algunos casos hasta un impacto positivo psicológico al sentir que disponen de una herramienta para manejar su dolor (mayor sensación de control). Naturalmente, existe cierta variabilidad individual: algunos pacientes no toleran el frío por tiempo prolongado o refieren incomodidad con el peso del manguito, pero son los menos. La mayoría incorpora la crioterapia en su rutina postoperatoria con facilidad.

A nivel institucional, la **implementación** de sistemas como Zamar requiere invertir en los equipos y entrenar al personal en su uso. Muchos hospitales grandes ya cuentan con unidades de crioterapia que rotan entre pacientes ortopédicos. En clínicas privadas, a veces el propio paciente alquila o compra el dispositivo para su recuperación (servicio que algunas compañías ofrecen). La **justificación económica** depende de la frecuencia de cirugías y del supuesto beneficio: en centros con alto volumen de cirugías de rodilla y hombro, la inversión suele justificarse por la mejora en confort del paciente y potencial reducción de días de ingreso (si el paciente se recupera más rápido, podría irse antes). Sin embargo, en algunos entornos de recursos limitados, el costo sigue siendo una barrera y se opta por métodos tradicionales. Algunos profesionales aún se muestran escépticos, citando los estudios que no vieron diferencias enormes con el hielo, y prefieren destinar recursos a otras áreas. **No obstante, la tendencia global parece inclinarse a favor de la criocompresión:** cada vez más cirujanos la prescriben como adjunto estándar y más pacientes la solicitan al conocer experiencias positivas de otros.

En conclusión, la criocompresión – ejemplificada por tecnologías como **Zamar** – representa una **estrategia eficaz y segura** en el manejo pre y postoperatorio en ortopedia. Al combinar los efectos antiinflamatorios del frío con la limitación física del edema vía compresión, logra mejorar el control del dolor y la inflamación más que el hielo o fármacos por sí solos en muchos casos. La evidencia clínica reciente muestra beneficios importantes en cirugías de gran envergadura (rodilla, cadera, hombro), particularmente en las primeras fases de la recuperación, si bien los resultados pueden variar según el tipo de procedimiento y la medida de desenlace evaluada. Frente a métodos tradicionales, los sistemas avanzados como Zamar ofrecen **frío uniforme prolongado y cómodo**, con alta satisfacción del paciente, a cambio de un mayor coste que debe valorarse. Las opiniones de profesionales sanitarios en la práctica son mayoritariamente favorables, integrando la criocompresión como parte del enfoque multimodal para lograr rehabilitaciones más rápidas y pacientes más satisfechos. En palabras simples, **el frío con compresión se ha convertido en un aliado valioso del cirujano ortopédico y del fisioterapeuta**, potenciando la recuperación funcional y el bienestar del paciente operado.

Referencias Bibliográficas:

1. Coviello, M. et al. (2022). *Continuous Cold Flow Device in Postoperative Total Knee Arthroplasty*. **Medicina (Kaunas)**, 58(11):1537. Los autores comparan un dispositivo de frío continuo (Zamar Z-One) con compresas frías tradicionales tras prótesis de rodilla, hallando menor dolor, menos uso de opiáceos y mejor movilidad temprana con el dispositivo

[pmc.ncbi.nlm.nih.gov](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/)

[pmc.ncbi.nlm.nih.gov](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/)

2. Bonnaig, N. et al. (2024). *Compressive cryotherapy vs. standard cryotherapy after total knee arthroplasty*. **BMC Musculoskelet Disord**, 25:789. Ensayo clínico que demuestra que agregar compresión neumática al frío mejora la reducción de edema, el dolor con la actividad y la capacidad funcional (marcha) a las 3 semanas post-arthroplastia de rodilla, en comparación con hielo solo

[pmc.ncbi.nlm.nih.gov](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov)

3. Aggarwal, A. et al. (2023). *Cryotherapy following total knee replacement (Cochrane Review)*. **Cochrane Database Syst Rev**, 9:CD007911. Revisión que indica que la crioterapia postoperatoria puede reducir ligeramente el dolor tras cirugías ortopédicas, pero con alta heterogeneidad. Algunos estudios no muestran diferencias significativas vs no crioterapia, sugiriendo beneficios modestos.
4. Liu, M. et al. (2022). *Continuous cryotherapy vs. traditional cryotherapy after TKA: a meta-analysis*. **Front Surg**, 9:1073288. Meta-análisis de 7 estudios (519 pacientes) donde la crioterapia continua controlada no mostró ventajas estadísticamente significativas en dolor, inflamación ni rango de movilidad frente al hielo convencional en prótesis de rodilla

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

. Concluye que el frío tradicional sigue siendo una opción costo-efectiva estándar.

5. Klaber, I. et al. (2020). *Compressive cryotherapy is superior to cryotherapy alone in reducing pain after hip arthroscopy*. **J Hip Preserv Surg**, 6(4):364–370. Estudio de cohorte que reporta menos dolor agudo y tendencia a menor uso de analgésicos en pacientes sometidos a artroscopia de cadera que utilizaron criocompresión (Zamar) frente a hielo solamente

researchgate.net

6. Ohta, Y. et al. (2019). *Efficacy of continuous local cryotherapy following total hip arthroplasty*. **SICOT-J**, 5:5. Ensayo en 60 prótesis de cadera mostrando que el frío continuo 72h postoperatorio redujo el edema en muslo y mejoró la satisfacción del paciente, aunque sin diferencias en dolor u otros parámetros entre grupos

[pmc.ncbi.nlm.nih.gov](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov)

7. Gabiatti, A.J.B. et al. (2024). *Cryotherapy in Postoperative Shoulder Surgery: A Systematic Review*. **Ther Hypothermia Temp Manag**, 14(4):218-228. Revisión de 6 ECA en cirugías de hombro que concluye que la crioterapia **reduce el dolor**

postoperatorio de hombro en la mayoría de estudios, si bien persisten dudas sobre el impacto en la funcionalidad a largo plazo

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

- 8. Scheffler, N. et al. (1992). *Use of Cryo/Cuff for control of postoperative pain and edema. J Foot Surg*, 31(2):141-8. Estudio pionero en cirugía de pie: en cirugías bilaterales, la criocompresión con Cryo/Cuff produjo en 80% de pacientes **menos dolor e hinchazón** postoperatoria comparado con el pie tratado con hielo convencional

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

, sugiriendo una recuperación más rápida con frío + compresión.

- 9. Meyer-Marcotty, M. et al. (2011). *Combined cryotherapy and compression using Cryo/Cuff after wrist arthroscopy. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 19(2):314-9. Ensayo aleatorizado en artroscopias de muñeca que no encontró diferencias significativas en dolor, inflamación ni movilidad al añadir criocompresión domiciliaria respecto al cuidado estándar

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

, indicando que su beneficio en procedimientos menores puede ser limitado.

- 10. Hubbard, T. & Denegar, C. (2004). *Does Cryotherapy Improve Outcomes With Soft Tissue Injury? J Athl Train*, 39(3):278-279. Discusión de que la combinación de frío y compresión intermitente mejora la recuperación de lesiones de tejidos blandos. Estudios citados sugieren que la crioterapia continua produce mayor reducción de dolor y edema que la intermitente en lesiones agudas

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

- 11. OrthoBracing (2023). *How Long to Use Cold Therapy After Surgery*. Guía en línea que recomienda en general aplicar hielo con frecuencia alta las primeras 48 horas (4 veces al día, 15-20 min) y continuar al menos hasta 7 días postcirugía, ajustando según la respuesta inflamatoria

orthobracing.com

orthobracing.com

. Destaca la importancia de un plan de enfriamiento constante en la primera semana para optimizar la recuperación.



12. Zamar Care (sitio web, 2023). Información técnica de los dispositivos Zamar. Se describe que el sistema usa un líquido de transferencia térmica (glicol) en un circuito cerrado, **sin requerir hielo ni agua**, capaz de disminuir hasta 60% el tiempo de recuperación (dato promocional) y con compresión neumática ajustable para mejorar los resultados

zamar.care

. Si bien es una fuente comercial, ilustra las características tecnológicas diferenciadoras de Zamar frente a métodos tradicionales.