

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
PROGRAMA DE POSGRADO EN ESPECIALIDADES MÉDICAS



**UTILIDAD DE LA INFILTRACIÓN VASOCONSTRICTORA PERIARTICULAR COMO  
TÉCNICA AHORRADORA DE SANGRADO Y ANALGÉSICA EN PACIENTES  
SOMETIDOS A ARTROPLASTIA TOTAL DE RODILLA.**

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN SOMETIDO A LA CONSIDERACIÓN DEL  
COMITÉ DE LA ESPECIALIDAD EN ANESTESIOLOGÍA Y RECUPERACIÓN PARA  
OPTAR POR EL DE GRADO DE ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGÍA Y  
RECUPERACIÓN

KEVIN ROSALES LEDEZMA

2025

## **Agradecimiento**

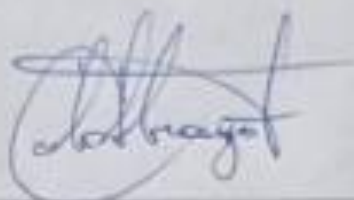
Primero quiero agradecer a Dios por darme la salud, sabiduría y fortaleza para emprender este viaje que apenas comienza, por permitirme cumplir mis sueños y ayudarme en cada uno de los obstáculos que se han presentado y que se van a presentar, por enseñarme que lo que muchas veces pensé era el peor escenario, puede resultar ser el mejor evento en mi vida.

Agradezco a familia, en especial a mis padres, Roger Rosales y Alina Ledezma, por darme las herramientas para un futuro mejor, por impulsarme a crecer en cada aspecto de mi persona.

Agradezco también a mis maestros, porque profesionalmente soy parte del esfuerzo y tolerancia de cada uno de ellos invirtió en mi formación, en especial al Dr. Oscar Ledezma y a la Dra. Ana Herrera que inspiraron mi pasión por la Anestesia Regional, siempre tendrán mi más sincera admiración y respeto.

### Hoja de aprobación del Comité Asesor

Este trabajo final de graduación fue aceptado por la Subcomisión de la Especialidad en Anestesiología y Recuperación del Programa de Posgrado en Especialidades Médicas de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Especialista en Anestesiología y Recuperación.



Dr. Carlos Araya Fonseca

Médico Asistente Especialista en Medicina Interna

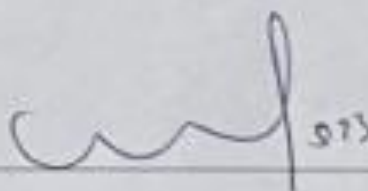
Director del Programa de Posgrado en Especialidades Médicas



Dr. Oscar Mario Ledezma Acevedo

Médico Asistente Especialista en Anestesiología y Recuperación

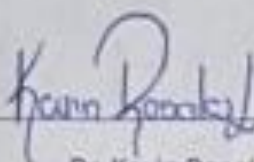
Tutor



Dra. Ana Eugenia Herrera Mora

Médico Asistente Especialista en Anestesiología y Recuperación

Lectora



Dr. Kevin Rosales Ledezma

Sustentante



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA

SEP Sistema de  
Estudios de Posgrado

**Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.**

Yo, Kevin Elías Rosales Ledezma, con cédula de identidad 2-0716-0076, en mi condición de autor del TFG titulado Utilidad de la Infiltración Vasoconstrictora Periarticular como Técnica Ahorradora de Sangrado y Analgésica en pacientes sometidos a Artroplastia Total de Rodilla

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI  NO \*

\*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: \_\_\_\_\_ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

**INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE:**

Nombre Completo: Kevin Elías Rosales Ledezma

Número de Carné: C19593 Número de cédula: 2-0716-0076

Correo Electrónico: rosales\_kevin@hotmail.com

Fecha: 12/12/2024 Número de teléfono: 6489-8706

Nombre del Director (a) de Tesis o Tutor (a): Oscar Ledezma Acevedo

**FIRMA ESTUDIANTE**

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.

Diciembre, 2024


Señores,

Comité de Trabajos Finales de Graduación (CTFG) de la Especialidad en  
Anestesiología y Recuperación

Sistema de Estudios de Posgrado

Universidad de Costa Rica

Yo, Oscar Ledezma Acevedo, cédula 206080695, Médico Asistente Especialista en Anestesiología y Recuperación, tutor de Kevin Elías Rosales Ledezma, cédula 207160076, en el TFG cuyo título es: "Utilidad de la Infiltración Vasoconstrictora Periartricular como técnica ahorradora de sangrado y analgésica en pacientes sometidos a artroplastia total de rodilla", hago constar que realicé la revisión del avance final y estoy de acuerdo con su contenido.



Dr. Oscar Ledezma Acevedo

Tutor del TFG

Diciembre, 2024

Señores,

Comité de Trabajos Finales de Graduación (CTFG) de la Especialidad en  
Anestesiología y Recuperación

Sistema de Estudios de Posgrado

Universidad de Costa Rica

Por este medio yo, Ana Eugenia Herrera Mora cédula 1-0838-0259, Médico Asistente Especialista en Anestesiología y Recuperación, lectora en el Trabajo final de graduación con título: "Utilidad de la infiltración vasoconstrictora periarticular como técnica ahorradora de sangrado y analgésica en pacientes sometidos a artroplastía total de rodilla", escrito por Kevin Rosales Ledezma, cédula 2-0716-0076, hago constar que realicé la revisión del avance final de este trabajo y estoy de acuerdo con su contenido.

A handwritten signature in black ink, consisting of a series of loops and a final flourish, positioned above a horizontal line.

Dra. Ana Herrera Mora

Lectora del TFG

## REVISIÓN FILOLÓGICA

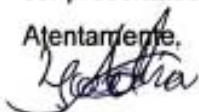
San José 14 diciembre del 2024  
Comité de Trabajos Finales de Graduación (CTFG)  
Sistema de Estudios de Posgrado  
Universidad de Costa Rica

Señores: Comité de Trabajos Finales de Graduación (CTFG)

En mi condición de profesional colegiada en el Área de la Filología y Lingüística, doy fe de haber leído, revisado y corregido totalmente el Trabajo Final de Graduación titulado, *Utilidad de la infiltración Vasoconstrictora Periarticular como Técnica Ahorradora de Sangrado Analgésica en Pacientes Sometidos a Artroplastia Total de Rodilla*, elaborado por el sustentante, Kevin Elías Rosales Ledezma, cédula número, 2 0716 0076 , para optar por el grado académico de Especialista en Anestesiología y Recuperación

Se ha revisado la estructura gramatical, corrección de errores como cacofonías, redundancias, dequeísmos, acentuación, puntuación, ortografía, construcción de párrafos, vicios del lenguaje y otros aspectos relacionados con el campo filológico y textual, que se manifestaron en el documento escrito. Desde ese punto de vista, se considera que, con las correcciones realizadas en el documento, está listo para ser presentado como trabajo final de graduación; por cuanto cumple con los requisitos establecidos por la Universidad de Costa Rica, Sistema de Estudios de Posgrado para ser presentado como trabajo final de graduación.

Atentamente,



Lic. Yadira Murillo Guzmán

Filóloga Española  
Cédula # 5 0204 0719 Carné # 0167  
Asociación Costarricense de Filólogos (ACFIL)  
Correo Electrónico: [revisiontesis.cr@gmail.com](mailto:revisiontesis.cr@gmail.com)



## Resumen

La artroplastia total de rodilla (ATR) es una cirugía de alta incidencia y prevalencia a nivel mundial. A lo largo de los años el perfil de pacientes que sometidos al procedimiento ha cambiado debido a la ampliación de los criterios de elección de los mismo (1)(2). En la actualidad se presentan pacientes cada vez más complejos para someterse a ATR debido a sus comorbilidades, también la incidencia y prevalencia de ATR de revisión están en aumento (15)(19). Esto aumenta la complejidad del acto anestésico para ATR. Además, la ATR por sí sola es una cirugía con riesgo de complicaciones importantes como lo son las pérdidas sanguíneas y el dolor postoperatorio que en ocasiones llevan al paciente a una recuperación inadecuada, no ajustada a los protocolos de recuperación mejorada (2).

Ante esta situación, es necesario revisar y adaptar nuevas estrategias para disminuir el riesgo de complicaciones asociadas al procedimiento en un grupo de pacientes cada vez más complejo.

En esta revisión, se presenta una descripción de las complicaciones más frecuentes en la ATR y de las estrategias comúnmente utilizadas en este momento para su prevención desde el punto de vista del médico anestesiólogo, con un enfoque en las pérdidas sanguíneas y el manejo del dolor. Se revisa la técnica de Infiltración Vasoconstrictora Perivascular (PVI), sus fundamentos, descripción de la técnica, y evidencia asociada como una posible herramienta nueva en el arsenal del médico para la prevención de dichas complicaciones, adecuado a los protocolos de recuperación mejorada.

## Summary

Total knee arthroplasty (TKA) is a surgery with high incidence and prevalence worldwide. Over the years, the profile of patients undergoing the procedure has changed due to the expansion of its selection criteria (1)(2). Nowadays, more and more complex patients present to undergo TKA due to their comorbidities; the incidence and prevalence of revision TKA are also increasing (15)(19). This increases the complexity of the anesthetic act for TKA. Furthermore, TKA in itself is a surgery with a risk of significant complications such as blood loss and postoperative pain that sometimes lead the patient to an inadequate recovery, not adjusted to enhanced recovery protocols (2).

Given this situation, it is necessary to review and adapt new strategies to reduce the risk of complications associated with the procedure in an increasingly complex group of patients.

In this review, a description of the most frequent complications in TKA and the strategies commonly used at this time for their prevention is presented from the point of view of the anesthesiologist, with a focus on blood loss and pain management. The Perivascular Vasoconstrictor Infiltration (PVI) technique, its foundations, description of the technique, and associated evidence are reviewed as a possible new tool in the physician's arsenal for the prevention of these complications, appropriate for enhanced recovery protocols.

## Tabla de Contenidos

Justificación .....	1
Hipótesis.....	2
Objetivo general y específicos.....	3
Objetivo general.....	3
Objetivos Específicos.....	3
Marco Teórico .....	4
Generalidades de Artroplastia Total de Rodilla.....	4
Epidemiología .....	4
Indicaciones de ATR.....	5
Metas para alcanzar en los pacientes posterior a ATR.....	6
Complicaciones Asociadas a Artroplastia Total de Rodilla.....	7
Pérdidas Sanguíneas .....	8
Dolor Postoperatorio.....	9
Sepsis de Sitio Quirúrgico .....	10
Tromboembolismo.....	12
Métodos utilizados para disminuir comorbilidades y mortalidad asociados a ATR.....	13
Técnicas Ahorradoras de Sangrado.....	13
Técnicas Analgésicas .....	21
Métodos para disminuir riesgo de Infecciones .....	31
Tromboprofilaxis.....	33
Técnicas para disminuir los trastornos de movilidad articular en el PO.....	35
Infiltración Vasoconstrictora Periarticular .....	38
Solución de PVI .....	40
Anatomía de Rodilla .....	44
Descripción de la Técnica .....	46
Desventajas de PVI.....	48
Contraindicaciones para PVI .....	49
Discusión .....	50
Conclusiones .....	53
Anexos .....	55
Ficha Técnica .....	55
Bibliografía.....	56

## Índice de Figuras

Figura 1. Artroplastia total de Rodilla.....	4
Figura 2. Torniquete neumático en muslo.....	17
Figura 3. BNF guiado por ultrasonido.....	26
Figura 4. Bloqueo de Nervio Safeno.....	28
Figura 5. Bloqueo de Nervios Genuculados de la Rodilla.....	29
Figura 6. Distribución de Volumen de Bloqueo de Nervios Genuculados.....	29
Figura 7. Vista ultrasonográfica durante bloqueo iPACK.....	31
Figura 8. Campo Quirúrgico adhesivo Ioban 2.....	32
Figura 9. Equipo de compresión neumática secuencial.....	34
Figura 10. Solución de PVI para ATR.....	40
Figura 11. Algoritmo de manejo de paciente con Intoxicación por AL.....	42
Figura 12. Inervación de la Rodilla.....	45
Figura 13. Irrigación de la Rodilla.....	45
Figura 14. Puntos de punción y volúmenes utilizados en PVI para ATR.....	47

## Abreviaturas

ATR	Artroplastia total de rodilla
RU	Reino Unido
PVI	Infiltración Vasoconstrictora Periarticular
LIA	Analgesia por infiltración local
AL	Anestésico Local
HSJD	Hospital San Juan de Dios
PO	Postoperatorio
ERAS	Recuperación mejorada después de la Cirugía
EU	Estados Unidos
ASA	Sociedad Americana de Anestesiólogos
DCP	Dolor crónico postoperatorio
TEV	Enfermedad Tromboembólica Venosa
TEP	Tromboembolismo Pulmonar
TVP	Trombosis venosa profunda
ACCP	<i>American College of Chest Physicians</i>
HBPM	Heparina de bajo peso molecular
CNI	Compresión neumática intermitente
ATX	Ácido tranexámico
AEAC	Ácido $\epsilon$ -aminocaproico
ECV	Enfermedad Cerebrovascular
ESRA	Sociedad Europea de Anestesia Regional
BCA	Bloqueo del canal aductor
BNF	Bloqueo de nervio Femoral
NF	Nervio Femoral
SLGN	Nervio Genuculado Superolateral
SMGN	Nervio Genuculado superomedial
ILGN	Nervio Genuculado Inferolateral
IMGN	Nervio Genuculado Inferomedial

## Justificación

Los datos epidemiológicos evidencian una elevada prevalencia de Artroplastia de Total de Rodilla (ATR) a nivel mundial (1). En países como en el Reino Unido (RU), se realizan más de 100.000 cada año (1). Se pronostica que el aumento de las ATR es del 149 % para 2040 y del 520% para 2060, esto secundario a los cambios poblacionales proyectados en edad, sexo e índice de masa corporal (2).

El papel del anestesiólogo se vuelve primordial en este escenario, el tratamiento eficaz del dolor posoperatorio (PO) después de una cirugía articular mayor es un desafío que influye significativamente en los resultados quirúrgicos, sin embargo, el manejo del dolor no es la única complicación relacionada a la ATR. El procedimiento se asocia con sangrado trans y PO significativo. Se estima que aproximadamente el 10% de todas las transfusiones de concentrados de glóbulos rojos se realizan en ortopedia, y casi el 40% de ellas se utilizan en reemplazos articulares (3). La transfusión conlleva un mayor riesgo de morbilidad y mortalidad en pacientes sometidos a reemplazos articulares, lo que aumenta los costos para el sistema sanitario (4)(5).

Para afrontar el reto del manejo del dolor y control del sangrado en cirugía articular de rodilla, en el año 2022, se describe la Infiltración Vasoconstrictora Periarticular (PVI, por sus siglas en inglés "*Periarticular Vasoconstrictor Infiltration*"), una técnica innovadora que combina conceptos de las técnicas de anestesia tumescente de Klein (6), la técnica de WALANT descrita por Lalonde (7) y la Analgesia por infiltración local (LIA, por sus siglas en inglés "*local infiltration analgesia*"). La PVI implica inyectar una solución diluida de epinefrina con o sin anestésico local (AL) en la periferia de los vasos sanguíneos que proporcionan irrigación a la articulación, con ello se pretende conseguir un "torniquete químico" y reducir el sangrado perioperatorio (8)(9). En el caso de la rodilla, los vasos sanguíneos que la irrigan discurren acompañados de los nervios geniculados, que transmiten la nocicepción y propiocepción de las diferentes zonas articulares (8)(9), lo cual proporciona también una adecuada analgesia postoperatoria cuando se combina con AL (10)(11).

La revisión de este tema aporta conocimiento sobre una alternativa a las utilizadas en este momento para la analgesia y disminución de pérdidas sanguíneas perioperatorias para ATR.

En la actualidad, en El Hospital San Juan de Dios (HSJD) se utiliza LIA (11), que consiste en la administración intraoperatoria de una mezcla combinada de AL, epinefrina y analgésicos antiinflamatorios por el cirujano para el tratamiento del dolor posoperatorio secundario a ATR (12). Esta técnica ha demostrado que se asocia a una adecuada analgesia en el postoperatorio (PO) (13).

En la institución también se utiliza el torniquete como técnica ahorradora de sangrado en ATR. No obstante, el uso del torniquete se ha asociado con estancia hospitalaria más prolongada (14), aumento de dolor PO (15) y mayor incidencia de eventos tromboembólicos, que son indeseables y que aumentan los costos de atención, además de no aportar ningún beneficio relevante al paciente (14). La PVI en ocasiones, consigue un efecto ahorrador de sangrado, lo que permite una cirugía sin el uso de torniquete y se facilita la deambulación y el alta precoz gracias a una adecuada analgesia y control del sangrado. Estas propiedades convierten al PVI en una nueva herramienta dentro del arsenal del anestesiólogo para lograr objetivos incluidos en los protocolos de Recuperación mejorada después de la Cirugía (ERAS, por sus siglas en inglés "*Enhanced Recovery After Surgery*") para cirugía mayor de rodilla, con esto se mejora la movilización temprana y el alta (16), se disminuyen las complicaciones y por ende los costos de atención (16).

## **Hipótesis**

¿Se puede considerar la PVI como una alternativa útil para el control de las pérdidas sanguíneas y el manejo del dolor durante el periodo perioperatorio en pacientes sometidos a ATR?

## **Objetivo general y específicos**

### **Objetivo general.**

Revisar la evidencia científica sobre alternativas utilizadas para el control del sangrado y del dolor en pacientes sometidos a artroplastia total de rodilla, con el fin de valorar si la PVI es una herramienta útil para incluir en el manejo de ambas complicaciones como estrategia complementaria o suplementaria en pacientes que van a ser operados de ATR en el contexto institucional.

### **Objetivos Específicos**

1. Describir la morbilidad asociada en los pacientes sometidos a ATR, con un enfoque detallado en las relacionadas a pérdidas sanguíneas perioperatorias.
2. Describir la morbilidad asociada en los pacientes sometidos a ATR, con un enfoque detallado en las relacionadas al dolor en el PO.
3. Describir la efectividad de los métodos más utilizados en nuestro sistema de salud para reducir pérdidas sanguíneas en los pacientes sometidos a ATR en la actualidad.
4. Describir la efectividad de los métodos más utilizados en el sistema de salud para brindar analgesia a los pacientes sometidos a ATR en la actualidad.
5. Describir la técnica de PVI para pacientes que se les va a realizar una ATR, sus consideraciones anatómicas, técnicas y farmacológicas.
6. Describir la utilidad del PVI como parte del manejo en el sangrado y analgesia en pacientes sometidos a ATR, también como parte del manejo en el protocolo ERAS y su posible impacto sobre la morbilidad de los pacientes.

## Marco Teórico

### Generalidades de Artroplastia Total de Rodilla

La ATR consiste en la resección de las superficies articulares afectadas de la rodilla, seguida de una renovación de la superficie con componentes protésicos de metal y polietileno (7).

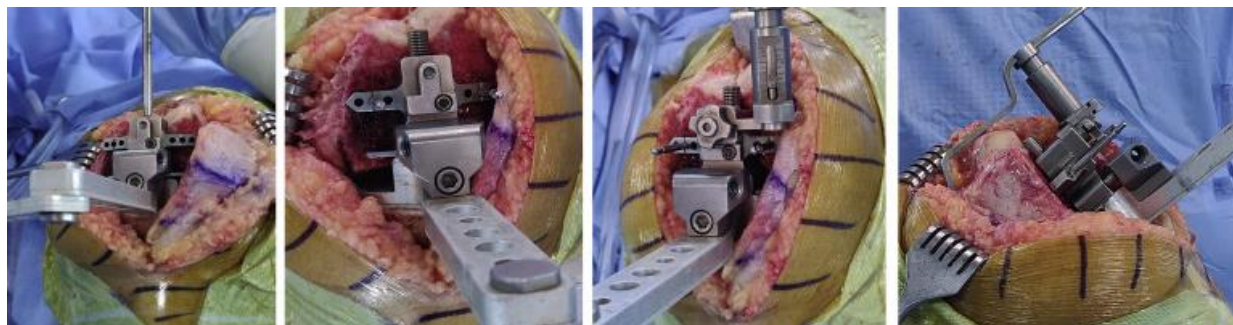


Figura 3. Artroplastia total de Rodilla (Tomado de J Arthroplasty, 2020 (17))

La principal indicación de cirugía sigue siendo la artrosis de rodilla asociada a función y calidad reducidas de vida (1). La mayoría de los pacientes tienen un resultado clínico adecuado después de la ATR, pero múltiples estudios han informado que el 20% o más de los pacientes persisten con dolor moderado o intenso y pérdida asociada de función (2). Entonces, a pesar de la excelente supervivencia a largo plazo, se requiere más esfuerzo para mejorar los resultados del procedimiento y el desarrollo de técnicas que se centren en aumentar la proporción de pacientes que tienen alivio exitoso del dolor y complicaciones asociadas a la intervención (63).

### Epidemiología

La ATR se ha convertido en uno de los procedimientos quirúrgicos musculoesqueléticos más realizados alrededor del mundo por los ortopedistas y se espera que siga en aumento (1). En el RU, se realizan más de 100.000 reemplazos de rodilla cada año y muchos otros países reportan un patrón similar de aumento de frecuencia (14), también se proyecta en países como Estados Unidos (EU) que para 2030, las ATR primarias aumentan a 1,26 millones de procedimientos por año (1)(2), mientras que la ATR de revisión se acrecienta entre un 78 % y un 182 % entre 2014 y 2030 debido a los cambios poblacionales proyectados en edad, género e índice de masa corporal (IMC). (3)(9).

Anualmente, en Costa Rica, se realizan alrededor de 250 operaciones de reemplazos de rodilla en el sector privado (4), mientras que, en el sector público, en la Caja Costarricense del Seguro Social se efectúan alrededor de 600 casos anuales (18).

EL 70% de los pacientes a los cuales se realiza ATR son mujeres y la edad media en la que se practica la cirugía se encuentra en la edad entre los 65 y 75 años, pero cada vez hay más casos de operaciones en pacientes jóvenes, aproximadamente el 15% (1)(4).

En lo que respecta la reintervención después de la implantación de la prótesis, en pacientes dentro del rango de edad de mayor frecuencia, el 7% va a requerir cirugía de revisión, pero este riesgo aumenta sustancialmente con los grupos de edad menores de 60 años, en donde el riesgo es aproximadamente del 35% para los hombres y del 20% para las mujeres, y la mitad de la tasa de revisión ocurre dentro de los primeros cinco años después de la implantación (15). La creciente tendencia de realizar ATR en pacientes más jóvenes inevitablemente aumenta cada día más el número de revisiones realizadas. (14).

### **Indicaciones de ATR**

La ATR se ha ofrecido tradicionalmente a adultos mayores con gonalgia asociada a limitación funcional con pérdida de actividades altamente valoradas relacionadas a patologías con destrucción del cartílago articular, ya sea por osteoartritis, artritis inflamatoria, enfermedad articular degenerativa postraumática u osteonecrosis con colapso articular y destrucción del cartílago (1).

Más del 95% de todas las ATR se realizan por osteoartritis, la segunda indicación más común es la artropatía inflamatoria, que no ha aumentado sustancialmente en los últimos diez años, principalmente relacionado con el éxito de los antirreumáticos modificadores de enfermedades modernas (14).

Los ortopedistas han sido estrictos en cuando a los criterios para la cirugía y también reacios a intervenir a pacientes con obesidad mórbida, a pacientes menores de 55 años (debido a la mayor probabilidad de revisión durante su vida), comorbilidades médicas graves, nuevamente por temor a complicaciones, pero también a aquellos con dolor generalizado y o comportamiento catastrófico, porque estos problemas son asociados

con un mayor riesgo de dolor persistente (14). Por otro lado, estudios recientes apoyan la ampliación de estas indicaciones tradicionales. Por ejemplo, aunque la obesidad mórbida se asocia de hecho con un mayor riesgo de complicaciones perioperatorias, como infecciones posoperatorias, se ha demostrado en estudios recientes que las personas con un índice de masa corporal (IMC) superior a 40, experimentan un alivio del dolor similar a lo pacientes que no son obesos después del reemplazo (1)(14).

En el caso de pacientes con depresión, a pesar del mayor riesgo de dolor persistente, se observan mejoras marcadas en el dolor y la función después de la cirugía (14). En la actualidad, la tendencia es la toma de decisiones compartida. Esto implica que los pacientes sean evaluados sobre los riesgos, beneficios a corto, largo plazo de la terapia quirúrgica y no quirúrgica, para permitir una decisión que sea consistente con sus preferencias y valores (15) (19).

La creciente importancia de la voz del paciente en las decisiones sobre si realizar o no una cirugía, contribuye a la ampliación contemporánea de las indicaciones de reemplazo de rodilla, lo que significa que se van a presentar en el quirófano con mayor frecuencia pacientes con más factores de riesgo asociados a complicaciones en el perioperatorio, lo que significa un reto no solo para el cirujano, sino que también para el anestesiólogo, se tiene que ampliar y mejorar el arsenal de herramientas con el fin de reducir la morbilidad y mortalidad de los pacientes.

### **Metas para alcanzar en los pacientes posterior a ATR**

El objetivo principal del procedimiento es la mejoría de los síntomas y funcionalidad del paciente, sin embargo, para lograr esto de una manera efectiva se han incorporado en el manejo una serie de protocolos para este fin (19)

La adopción de los protocolos ERAS ha iniciado un cambio de paradigma en la cirugía en general, entre estas se incluye la ortopédica. Estos programas utilizan un enfoque multimodal destinado a optimizar la atención y el resultado clínico de los pacientes sometidos a ATR. Propuesto por primera vez en 1997 (14)(19), este enfoque tiene como objetivo minimizar el estrés fisiológico y psicológico a lo largo de todo el proceso de

atención a través de la optimización preoperatoria de las comorbilidades de los pacientes, la educación del paciente, las técnicas anestésicas perioperatorias, las técnicas quirúrgicas perioperatorias y la rehabilitación posoperatoria inmediata, lo que implica una adecuada conservación de la actividad motora y adecuada analgesia (19)(20).

Todo esto con el fin de reducir las complicaciones, reducir los costos, reducir la duración de la estancia hospitalaria, disminuir la probabilidad de que tenga que regresar al hospital después del alta, mejorar la satisfacción de los pacientes y la calidad de vida postoperatoria; recuperación más rápida posible, mejores resultados clínicos y funcionales con un mejor control del dolor PO (19).

En la actualidad, hay cada vez más pruebas de que dichos programas mejoran los resultados de los pacientes de artroplastia de rodilla, con una reducción de complicaciones como el accidente cerebrovascular, el infarto de miocardio, la insuficiencia renal aguda y los eventos tromboembólicos, lo que potencialmente conduce a una menor mortalidad después de la cirugía (20).

Se espera que los esfuerzos de las futuras investigaciones contribuyan al desarrollo continuo de la cirugía ortopédica y mejora aún más todos los resultados que enfatizan el bienestar y la satisfacción de los pacientes. (19)(20).

### **Complicaciones Asociadas a Artroplastia Total de Rodilla**

Las complicaciones relacionadas con la artroplastia total de rodilla, aunque son poco frecuentes, varían desde problemas menores hasta eventos devastadores que ponen en peligro la vida (14). Se deben hacer esfuerzos para minimizar el riesgo de complicaciones con una selección y optimización adecuadas de los pacientes, una técnica quirúrgica meticulosa y un manejo posoperatorio atento.

A continuación, se analizan las principales complicaciones perioperatorias sobre las cuales el anestesiólogo interviene asociadas a ATR.

## **Pérdidas Sanguíneas**

El sangrado perioperatorio sigue siendo un riesgo quirúrgico de alta incidencia en la cirugía ortopédica mayor, la pérdida de sangre estimada en la ATR representa el 20% del volumen sanguíneo del paciente, alrededor de 726–1768 ml (8).

Las pérdidas de sangre suelen reemplazarse con líquidos intravenosos o hemocomponentes (8), se estima que aproximadamente, el 10% de todas las transfusiones de glóbulos rojos concentrados se realizan en ortopedia, y casi el 40% de ellas se utilizan en el reemplazo de articulaciones (8) (10).

En las operaciones ortopédicas, los factores de riesgo para la transfusión incluyen edad avanzada, sexo femenino, un IMC más bajo, comorbilidades como coagulopatía, insuficiencia renal, arritmia cardíaca, insuficiencia cardíaca congestiva, enfermedad valvular, anemia preoperatoria, depresión y mayor grado de la Sociedad Americana de Anestesiólogos (ASA) se asociaban con un mayor riesgo de transfusión sanguínea (21), también se ha demostrado mayor frecuencia de transfusión en cirugías con tiempo quirúrgico prolongado y en las cirugías de revisión (22). No se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre la edad, el género y el índice de masa corporal (IMC) (21)(22).

Se toma en cuenta que la estimación de pérdidas sanguíneas no es igual en los pacientes sometidos a una reintervención en comparación con una artroplastia primaria (21), las reintervenciones tienen mayor pérdida de sangre y necesidad de transfusión, y también mayores tasas de complicaciones, mayor tiempo de internamiento y tiempo quirúrgico, además, de mayores tasas de infección de prótesis articular (21). También, han aumentado los casos de ATR en pacientes jóvenes, aproximadamente el 15% con incidencia en aumento, estos pacientes son propensos a una segunda intervención y es necesaria la mejoría en las técnicas asociadas a ahorro de sangrado y de analgesia, con el fin de evitar una mayor utilización de recursos, mayor costo de la atención y estrés en los sistemas de atención médica (5)(6).

La transfusión de productos sanguíneos alogénicos aparte de conllevar un aumento en los costos para el sistema de atención de la salud, también está asociada con un mayor riesgo de morbilidad y mortalidad en pacientes sometidos a reemplazos articulares (11).

Un ejemplo es que recientemente se ha demostrado que los pacientes que han recibido transfusiones de sangre almacenada tienen un mayor riesgo de sepsis de herida quirúrgica (11).

### **Dolor Postoperatorio**

Las cirugías de reemplazo de articulaciones se consideran uno de los procedimientos ortopédicos más doloroso (23). La ATR se asocia con dolor posoperatorio agudo y subagudo de moderado a severo (24)(25). A pesar de los avances en las técnicas quirúrgicas, el mal manejo del dolor PO en este tipo de pacientes se asocia a mayor riesgo de complicaciones, incumplimiento con los planes de rehabilitación, internamiento prolongado e incremento en los costos hospitalarios (24). Esto sumado a que aproximadamente el 20% de los pacientes experimentan dolor PO crónico (DPC) que dura más de tres meses después de la ATR (24). Tanto la intensidad del dolor preoperatorio y el dolor PO agudo se ha informado como un factor asociado, por lo tanto, el manejo agresivo del dolor perioperatorio es trascendental para prevenir el DPC (11) (24).

En relación con factores preoperatorios asociados a DPC, los factores psicológicos (26), la sensibilización central (27) y el dolor neuropático son los predominantes, haciendo que el manejo multidisciplinario con profesionales en psicología, movilización articular temprana con el inicio de la fisioterapia (28) y el óptimo manejo del dolor neuropático en el perioperatorio también sean herramientas fundamentales para obtener mejores resultados (28,29)

Los pacientes sometidos a ATR expresan diversas descripciones de dolor preoperatorio y PO de acuerdo con factores individuales, se ha demostrado que el dolor tipo "calambres" en el PO se asoció con la presencia de dolor persistente a los tres meses y seis meses PO (26). La expresión de dolor "dolor de calambres" se describe cuando el dolor generalmente es causado por lesión muscular después de la intervención (26), esto se exagera por el uso de torniquete neumático. No se ha demostrado que las otras descripciones de dolor preoperatorias se asocien a DPC (26).

El adecuado manejo del dolor PO tiene un impacto importante en la morbilidad y mortalidad del paciente. Un componente en el protocolo ERAS es el uso de protocolos analgésicos estandarizados para reducir la morbilidad perioperatoria, acortar la duración de la hospitalización y promover una recuperación funcional más rápida (19)(20)(30).

Entre los principales objetivos del tratamiento analgésico PO son reducir los requerimientos de opioides y el dolor posoperatorio, esto a pesar del enfoque tradicional, que implicaba un régimen basado en opioides en dosis altas, y aunque los opioides se consideran analgésicos fuertes, se asocian con una serie de efectos secundarios no deseados para buscar técnicas alternativas (30).

La combinación de analgesia preventiva y multimodal con bloqueos nerviosos regionales técnicamente bien administrados y fisioterapia posoperatoria son un componente esencial que no solo minimiza los efectos secundarios de la analgesia tradicional basada en opioides, sino que también acelera la recuperación funcional, aumenta la satisfacción del paciente y reduce la duración general de la hospitalización y sus respectivos costos (30)(31). En la actualidad se ha implementado la LIA para el manejo del dolor PO en pacientes sometidos a ATR.

Se ha observado en múltiples estudios que la infiltración local periarticular de anestésico alrededor de la articulación de la rodilla (LIA) como parte de un programa analgésico multimodal proporciona una analgesia equiparable o mejorada con respecto a la brindada mediante el bloqueo de nervios periféricos y además con conservación la función del cuádriceps en el período posoperatorio inmediato, lo que puede ser beneficioso para la recuperación funcional temprana, y su perfil de seguridad es confiable (32), convirtiéndolo en una estrategia sumamente valiosa.

### **Sepsis de Sitio Quirúrgico**

El porcentaje de riesgo de sepsis del sitio quirúrgico en ATR varía de 0,60% a 2,12% (33), este riesgo es multifactorial e incluye factores intrínsecos del paciente, factores institucionales y factores asociados propiamente al procedimiento (34).

Entre los factores de riesgo más importantes y específicos del paciente se encuentran la obesidad (14)(33)(34). El tabaquismo es otro factor crucial que perjudican la cicatrización de heridas a través de vasoconstricción, hipoxia tisular y reducción de la actividad bactericida de los neutrófilos (35), sin embargo, también se ha observado que los ex fumadores tienen un menor riesgo, lo que demuestra un beneficio potencial en la implementación de programas obligatorios de abstinencia del tabaquismo. (34)(37).

La ATR de revisión es un factor asociado al procedimiento que por sí solo aumenta el riesgo de infección de herida quirúrgica (37), y está descrito que los pacientes que han recibido transfusiones de sangre almacenada tienen un mayor riesgo de sepsis de herida quirúrgica (22).

Entre los factores del procedimiento también se encuentra la infección relacionada con los bloqueo regionales, entre los factores de riesgo demostrados asociados a sepsis del sitio de punción se encuentran: pacientes con infección del tracto urinario, periodo de cateterización por más de 48 horas, falla de la terapia antibiótica profiláctica y bloqueo femoral y axilar (116). Por otro lado, existen factores de riesgo que son controversiales como lo son: Diabetes mellitus, genero masculino y ausencia de tunelización (116).

La frecuencia, el diagnóstico y el pronóstico de las complicaciones infecciosas después del bloqueo periférico siguen sin estar claros (38). Se espera que la colocación de catéteres para el bloqueo de los nervios periféricos, a menudo durante períodos prolongados, aumente el riesgo de complicaciones infecciosas; sin embargo, hay pocos datos disponibles que respalden esta suposición teórica (38). Auroy et al no se han reportado complicaciones infecciosas en bloqueos de nervios periféricos con inyección única (37). Esta baja incidencia está respaldada por Borgeat et al que no describió complicaciones en 521 pacientes sometidos a bloqueo del nervio interescalénico (38).

Se han descrito infecciones graves asociadas a bloqueo periférico, principalmente en pacientes inmunodeprimidos y asociadas a *S. aureus* y también colonización de catéteres regionales asociados *S. epidermidis* (39), pero las especies multirresistentes también emergen como patógenos causales a medida que crece su impacto endémico dentro de los sistemas de atención de la salud (40). Se toman en cuenta los patógenos principales asociados a colonización e infecciones asociados a anestesia regional son

de piel o de mucosa oral o nasal (39). Por este motivo es significativo destacar la importancia de mantener la asepsia y antisepsia en cada una de las partes del proceso incluyendo las punciones relacionadas a bloqueos regionales, entre las recomendaciones se encuentran el uso de mascarilla quirúrgica, lavado de manos, uso de guantes estériles, uso de delantal estéril y la desinfección con solución antiséptica previo a la punción (116).

A partir de la implementación de la desinfección de la piel previo a la colocación del bloqueo regional, la incidencia general en algunos estudios de inflamación e infección disminuyó en un 50% (41). En relación con la elección de la solución antiséptica, no existe acuerdo. El gluconato de clorhexidina es un potente germicida de amplio espectro contra bacterias Gram negativas y positivas, altera la permeabilidad de la pared celular por precipitación de componentes de la membrana celular y citoplasma del microorganismo y la adición del componente alcohólico isopropilo acelera su efecto bactericida (116). El efecto pico se describe a los 2 minutos, tiempo que debería respetarse antes de puncionar (116). La povidona yodada también es efectiva contra gérmenes Gram positivos y negativos. A diferencia de la clorhexidina, su acción máxima requiere de varios minutos de acción y su efecto es de menor duración.

Trabajos que comparan estas dos soluciones en condiciones experimentales y clínicas, han demostrado superioridad de la clorhexidina, sobre todo si posee componente alcohólico (clorhexidina 0,5% en 80% de etanol) (116).

### **Tromboembolismo**

El riesgo de enfermedad tromboembólica venosa (TEV) en el PO en cirugía ortopédica mayor (como es el caso de la ATR) es de los más altos (42), aproximadamente el 1% desarrolla TEV sintomático con una tasa a los tres meses posteriores que varía entre el 2 % y el 3 % (42). Se ha informado que la mortalidad hospitalaria es del 7,1% en pacientes con Tromboembolismo Pulmonar (TEP) sintomático (43). *El American College of Chest Physicians (ACCP)* ha estimado que el riesgo basal en los primeros 35 días tras la cirugía es de 4,3%, siendo el intervalo de mayor riesgo el comprendido entre los días siete a catorce (1,8% para trombosis venosa profunda sintomática (TVP) y un 1% para

la TEP); las tasas caen en los siguientes quince a treinta días (1% y 0,5% para TVP sintomática y TEP, respectivamente) (42) (44).

Entre los factores que aumentan el riesgo de esta complicación se encuentra el uso de torniquete neumático para realizar la ATR (43).

Las recomendaciones para trombopprofilaxis farmacológica incluyen heparina de bajo peso molecular (HBPM), nuevos anticoagulantes orales (NACOS) y aspirina (grado 1B) (42). En cuanto a las medidas no farmacológicas la compresión neumática intermitente (CNI) es la que cuenta con mayor grado de evidencia (grado 1C) (42) (45).

En pacientes con cirugía de alto riesgo de TEV, aquellos pacientes que combinan la profilaxis mecánica y farmacológica, en comparación con los que usan solo CNI, obtienen una mayor reducción de TEV (para TEP de tres al 1% y para TVP del cuatro al 1%) (46). Se deben tomar en cuenta que algunos pacientes tienen un riesgo aumentado de sangrado con contraindicaciones para la trombopprofilaxis (sangrado activo o hemorragia intracraneal), aquellos con diátesis hemorrágica o trombocitopenia ( $< 50.000$  plaquetas/ $\mu$ l) o en aquellos donde el riesgo de sangrado es potencialmente catastrófico (44). La epistaxis y el sangrado menstrual no son contraindicaciones para la trombopprofilaxis farmacológica (42).

## **Métodos utilizados para disminuir comorbilidades y mortalidad asociados a ATR.**

### **Técnicas Ahorradoras de Sangrado**

La minimización de la pérdida de sangre es otro elemento importante de los programas de recuperación renovada durante la ATR, y a lo largo del tiempo se han utilizado técnicas con el torniquete, agentes tópicos o agentes sistémicos, para lograr este propósito (47). En los últimos años, la introducción de nuevas pautas de transfusión y fármacos en la ATR primaria y de revisión, han logrado que, durante la última década, después de controlar los factores relacionados con el paciente y el hospital, las probabilidades de transfusión disminuyan aproximadamente en un 50% para los casos de artroplastia primaria y en más del 70% para los procedimientos de revisión (48), no obstante, estos avances todavía tienen un amplio margen de mejora (47).

La aplicación e innovación en la reducción de los requisitos de transfusión reduce los costos para el sistema de salud derivados de la necesidad de un suministro menor y también de los costos de tratamiento de la morbilidad asociada (12)(13), lo que impulsa a seguir en el perfeccionamiento de las herramientas a disposición con el fin de seguir avanzando en este apartado.

Las estrategias más utilizadas se presentan a continuación:

### Uso de torniquete

Una de las estrategias para minimizar la pérdida de sangre intraoperatoria es el uso del torniquete neumático. Un torniquete es un dispositivo que se coloca a alta presión alrededor de la pierna durante todo o parte del procedimiento y restringe el flujo sanguíneo a la extremidad (43). Generalmente se utilizan presiones de inflación fijas, típicamente 250 mm Hg para la parte superior del brazo y 300 mm Hg para el muslo o 100 mm Hg por arriba de la presión arterial sistólica para la parte superior del brazo y 100 a 150 mm Hg para el muslo (117).

La lesión nerviosa y muscular después de la insuflación del torniquete se ha atribuido a los efectos combinados de la isquemia y el traumatismo mecánico (43), su uso durante >2 h y presiones de >350 mm Hg en la extremidad inferior y >250 mm Hg en la extremidad superior aumenta el riesgo de neuropraxia por compresión (117). Cuando se requieren inflaciones prolongadas de torniquete, desinflar el torniquete durante 30 min de reperfusión reduce la isquemia neural (43)(47)(49), en cuando a la insuflación, se recomienda el uso de la presión de inflado efectiva más baja (117).

En algunos centros, más del 90% de los cirujanos en el Reino Unido, EE. UU. y Europa utilizan de forma rutinaria torniquetes para la cirugía de rodilla, porque la noción de realizar la cirugía sin el dispositivo todavía está descartada por muchos ortopedistas debido a la concepción de que el uso de un torniquete ayuda a reducir el sangrado y permite que el cemento se adhiera de manera más efectiva (43). Si bien es cierto que una mejor cementación debería reducir la posibilidad de que la artroplastia de rodilla se afloje y falle, es importante destacar que no hay evidencia clínica objetiva que respalde

que el torniquete mejora el proceso de cementación y la supervivencia a largo plazo y los estudios no han encontrado diferencias en el micromovimiento del implante hasta dos años después de la operación (como un marcador sustituto de la supervivencia del implante a largo plazo) (43)(49).

Se logra una cementación efectiva en la artroplastia de cadera y hombro donde no es posible el uso de un torniquete y en este tipo de cirugía, se acepta que la ausencia de un torniquete no compromete el campo de visión, causa una pérdida excesiva de sangre intraoperatoria o conduce a problemas a largo plazo con la supervivencia del implante. (43)

En lo que respecta a la pérdida de sangre, una revisión sistemática previa muestra que la pérdida de sangre intraoperatoria se reduce cuando se utiliza un torniquete (50). Sin embargo, cuando otro grupo revisa la pérdida de sangre general (51), no encuentran diferencias entre los grupos de intervención, esto presuntamente debido al sangrado PO secundario a vasos no cauterizados durante el transoperatorio debido a la presencia del torniquete (43)(50)(51).

El uso de un torniquete durante la ATR es una práctica que hasta hace poco no se cuestionaba en gran medida, y se prestaba especial atención a los beneficios, pero muy poco a los posibles daños, los cuales, si están ampliamente demostrados, ya que la evidencia es clara en que el torniquete aumenta el riesgo de eventos adversos graves (43)(51). Se ha asociado con un mayor riesgo de dolor intraoperatorio y posoperatorio (43). Además del dolor, un torniquete en algunas oportunidades causa hematomas e hinchazón de los músculos del muslo, que comprime y disminuyen la movilidad, lo que dificulta así la rehabilitación PO inmediata (43). Los torniquetes también pueden causar problemas en las heridas y la piel (51).

Otro efecto adverso es el riesgo aumentado de TEV a causa de la estasis arterial y venosa dentro de la parte inferior de la pierna (50). Se ha informado una tasa significativamente mayor de TEP en el grupo de cirugía con torniquete en comparación con la cirugía sin torniquete (50), lo que de derivado en un cambio en la práctica para

realizar cirugía sin torniquete para reducir aproximadamente a la mitad el riesgo de TEV (43)(49)(50)(51). La única complicación relacionada con TEV no es el alto riesgo de TEP, también se ha descrito que después de la desinflación del torniquete, la formación de émbolos sistémicos contribuye a la incidencia más alta de lo esperado de déficit cognitivo PO después de la ATR (43).

La cirugía con torniquete se asocia con una duración de cirugía 3,7 minutos menor en comparación con el grupo sin torniquete, siendo esta su única ventaja descrita, sin embargo, la cirugía con torniquete se asocia con una estadía hospitalaria 0,34 días mayor (43), lo que resulta en un aumento en el costo de la atención del paciente (43)(51). En cuanto a la calidad de vida relacionada con la salud a los seis meses, el torniquete tiene que tener poco o ningún efecto, tampoco en cuanto a la evaluación de éxito general del procedimiento ni en la funcionalidad del implante a los doce meses, aunque la cirugía con torniquete se asocia con una función de rodilla y un rango de movimiento informados por el paciente significativamente menores a las tres semanas (43), lo que dificulta la rehabilitación, y empeora de manera significativa el pronóstico del paciente (43).

En resumen, la evidencia muestra que la cirugía de reemplazo de rodilla con torniquete probablemente se asocia con un mayor riesgo de eventos adversos graves (TEV, déficit cognitivo), dolor y una estancia hospitalaria ligeramente más prolongada. El único hallazgo a favor del uso del torniquete es un menor tiempo en el quirófano, que como se comentó, no confiere ningún beneficio en cuando a disminución en los costos (43).

Los resultados hacen que sea difícil justificar el uso sistemático de un torniquete en la cirugía de artroplastia total de rodilla (43), los últimos metaanálisis han planeado que, si se sigue utilizando un torniquete para ATR, se debe informar a los pacientes sobre el posible aumento del riesgo de que se produzcan efectos adversos graves y dolor posoperatorio (43)(50).



Figura 4. Torniquete neumático en muslo (Tomado de Arthroscopy Techniques, 2019 (52))

### Antifibrinolíticos

Los fármacos antifibrinolíticos, como el ácido tranexámico (ATX) y el ácido  $\epsilon$ -aminocaproico (AEAC), se unen reversiblemente al plasminógeno por su sitio de unión a la lisina, se inhibe su asociación con la fibrina, también inhiben la actividad proteolítica de la plasmina (48). Otro posible efecto es de protección de las plaquetas, basado en su efecto antiplasmina y en la inhibición del factor de activación plaquetario (53).

La minimización de la pérdida de sangre ha resultado en gran medida a la adopción del uso de ATX y AEAC, una práctica que reduce la tasa de transfusión sanguínea después de la ATR (14)(53)(54).

La vida media del ATX por vía intravenosa es de 2h (55). Después de una dosis de 15mg/kg, su concentración plasmática permanece por encima de la concentración plasmática eficaz necesaria para inhibir la fibrinólisis ( $13\mu\text{g/mL}$ ) de 4 a 6h (55). Penetra fácilmente en las grandes articulaciones, alcanzando en el líquido articular una concentración comparable a la plasmática a los 15min de su administración intravenosa. Su eliminación se produce por vía renal. (56).

En lo que respecta a la dosis específica de ATX, esta sigue siendo incierta (53), sin embargo, recientes estudios como el de Hourlier et al. demuestran que hay una menor pérdida sanguínea al administrar 10-15 mg/kg de ATX antes y tres horas después del procedimiento quirúrgico (57)(58). También en dos metaanálisis que estudiaron el uso de TXA intravenoso en cirugías de columna demostraron reducciones significativas de la pérdida de sangre intraoperatoria y postoperatoria y de transfusión de sangre alogénica en comparación con el placebo con dosis de inicio (10-20 mg/kg, 100 mg/kg o 1-2 g) y

las dosis de mantenimiento (1 mg/kg/h, 10 mg/kg/h y 100 mg/kg/h), dosis que fueron muy variables (56)(57).

Se han demostrado resultados similares con respecto a la eficacia y la seguridad del uso de ATX intravenoso en ATR (58). Un abordaje común es administrar de 10 a 15 mg/kg antes de la incisión, seguido de una perfusión de 1 mg/kg/h durante la cirugía (57), sin embargo, las dosis de TXA tópico utilizadas en los estudios son muy variables, por tanto, aún no se ha establecido una dosis tópica (59).

La eficacia del ATX ha sido bien descrita en cuanto a disminuir el sangrado intraoperatorio, pero se ha indagado sobre la posibilidad de aumentar la incidencia de eventos de TEV y enfermedad cerebrovascular (ECV), sin embargo, los resultados sugieren que el ATX tiene un beneficio en la reducción de la tasa de transfusión sanguínea sin un aumento de eventos de TEV y ECV, y son consistentes con informes recientes (48)(60). Si bien no se observó un aumento en la incidencia de tromboembolia venosa en los ensayos clínicos aleatorizados anteriores, es importante tener en cuenta que se excluyó a los pacientes de alto riesgo (60). Por tanto, los fármacos antifibrinolíticos suelen evitarse en pacientes que tienen cualquiera de las siguientes afecciones: antecedentes de enfermedad tromboembólica arterial o venosa; colocación reciente de una endoprótesis cardíaca; antecedentes de cardiopatía isquémica grave (clase III o IV de la NYHA) o infarto de miocardio, y antecedentes de accidente cerebrovascular, insuficiencia renal o embarazo (60)(61).

La administración tópica de TXA, aunque no es una vía de administración aprobada por la Food and Drug Administration (FDA) de EE. UU., tiene un beneficio teórico de seguridad sobre la administración intravenosa (60). En cuanto a su método de administración King et al. demostró que no hubo superioridad entre los regímenes tópico, IV u oral en la artroplastia total de rodilla en cuanto a eficacia y seguridad (59). En un estudio de Qiu et al. la aplicación tópica de TXA fue eficaz para reducir la pérdida de sangre en pacientes con artroplastia total de cadera que recibieron aspirina de forma continua para la prevención de enfermedades cardiovasculares o cerebrovasculares sin aumentar la tasa de complicaciones a los 90 días (60).

Se ha comparado el uso de ácido tranexámico con la terapia de recuperación de células en un estudio prospectivo, no aleatorizado y controlado (62). En este estudio los pacientes recibieron 100 g de ácido tranexámico diluido en 100 ml de solución salina, de los cuales 60 ml de líquido se inyectaron en los tejidos blandos alrededor de la rodilla y 40 ml en la articulación de la rodilla después de cerrar los tejidos profundos. De este estudio se concluyó que el uso local intraoperatorio de ácido tranexámico en la cirugía de reemplazo total de rodilla es útil para reducir significativamente la pérdida de sangre (62).

En un estudio se compara con el uso de recuperación celular, parece ser más eficaz y menos costoso y sin un aumento significativo de las complicaciones. Ninguno de los pacientes del grupo de ácido tranexámico recibió transfusión autóloga ni alogénica. Sin embargo, en el grupo control, 31/40 recibieron transfusión autóloga y 7/40 necesitaron transfusión de sangre alogénica. (69) No hubo casos de TVP clínicamente evidentes en ninguno de los grupos.

Los resultados se encuentran a favor del uso de ácido tranexámico en cirugía ortopédica.

En la CCSS se cuenta a disposición con AEAC intravenoso, cuando se compara su uso a una dosis de 5gr contra placebo en ATR aplicado antes de la cirugía, su uso se asoció con una reducción significativa de la pérdida total de sangre, la disminución de la hemoglobina, la producción de drenaje y la necesidad de transfusión después de la cirugía, sin embargo, el nivel general de evidencia es bajo con respecto a al ATX (118)

### Hipotensión Inducida

Mantener la presión arterial por debajo de los límites óptimos es otra estrategia empleada para reducir la pérdida de sangre durante la cirugía ATR sin torniquete (63), sin embargo, esta técnica se asocia con resultados adversos, incluidos delirio posoperatorio, lesión renal aguda, accidentes cardiovasculares y mortalidad, y recientemente no se ha recomendado (63)(64). Aunque no existe una definición estándar de hipotensión, un consenso reciente determinó que incluso duraciones breves de presión arterial sistólica

<100 mmHg y presión arterial media <60–70 mmHg son perjudiciales durante la cirugía no cardíaca, y se asocian con lesión miocárdica, lesión renal aguda y muerte, la lesión es una función de la gravedad y duración de la hipotensión. Por lo tanto, se debe establecer este límite como seguro para nuestros pacientes siempre y cuando sean normotensos, en pacientes hipertensos los límites son individuales (64).

#### Mantenimiento de la temperatura Corporal

La aparición de hipotermia perioperatoria es ampliamente reconocida como un factor de riesgo notable para el desarrollo de problemas en el PO, con especial énfasis en su impacto en la población geriátrica, población que con más frecuencia es sometida a ATR (65)(66). La hipotermia posee la capacidad de provocar irregularidades en la coagulación y la función plaquetaria, aumentar las tasas de morbilidad cardíaca, aumentar la probabilidad de infecciones del sitio quirúrgico y contribuir a la manifestación de úlceras por presión (65)(66).

Además del beneficio sobre las pérdidas sanguíneas, se ha observado la utilización intraoperatoria de técnicas para el mantenimiento de la temperatura corporal reduce la duración de la respiración espontánea, el tiempo que tardan los ojos en abrirse, la recuperación de la conciencia y el proceso de extubación (66). Se ha demostrado que su uso disminuye la aparición de temblores y disfunción cognitiva postoperatoria después de la cirugía (66). A pesar de la escasez de evidencia empírica, es beneficioso para los pacientes sometidos a ATR mantener la normotermia utilizando diversas modalidades durante toda la intervención quirúrgica (65).

#### LIA preoperatorio

Se ha demostrado en los estudios realizados de forma retrospectiva que el uso de LIA aplicada por el cirujano en el preoperatorio se asocia con una disminución de la pérdida de sangre perioperatoria en la artroplastia de rodilla (67). La LIA preoperatoria parece reducir la pérdida de sangre perioperatoria en un 39% durante la cirugía de artroplastia total de rodilla en comparación con su administración al final de la cirugía, al tiempo que proporciona un alivio del dolor posoperatorio no inferior (63)(67).

Es probable que esta situación se deba al tiempo limitado de exposición de la epinefrina a un campo quirúrgico que ya ha sufrido disección cuando la administración se lleva a cabo hacia el final de la cirugía. Tal situación podría dar lugar a un efecto vasoconstrictor debilitado de la epinefrina, lo que llevaría a una reducción de su eficacia general. En consecuencia, iniciar el procedimiento al comienzo de la cirugía podría mejorar los resultados hemostáticos (67). Sin embargo, la aplicación rutinaria de LIA en el preoperatorio, es una práctica infrecuente, se coloca de forma generalizada al final de la cirugía debido a que resulta más práctico hacerlo de esta manera, perdiendo de este modo sus efectos sobre las pérdidas sanguíneas.

### **Técnicas Analgésicas**

Los pacientes a los que se les realiza ATR deben contar con un adecuado esquema de tratamiento eficaz para control del dolor PO para permitir una rehabilitación temprana junto con un alta temprana (<3 días) del hospital al hogar después de la ATR y de este modo disminuir la mortalidad y mortalidad en los pacientes sometidos a ATR (68). También es de suma importancia que los pacientes cuenten con un esquema que alivie el dolor sin interferir con la función motora de la articulación (68).

El dolor posoperatorio mal manejado puede conducir a un dolor posquirúrgico crónico y, por lo tanto, es obligatorio un manejo agresivo del dolor posoperatorio (69)(70), de no ser así, se puede caer en un círculo vicioso en el que el dolor PO lleva a la inmovilización temprana, aumento del edema e inflamación y por ende mayor dolor (67)(68).

La mayor comprensión de la fisiopatología del dolor, la farmacología de los analgésicos y sus limitaciones han llevado a los investigadores a encontrar enfoques alternativos para el tratamiento del dolor. El concepto de analgesia multimodal es un enfoque novedoso que apunta al tratamiento del dolor en diferentes niveles que se apoyan entre sí con efectos secundarios mínimos (30)(69). Además de aplicar un enfoque multimodal, el manejo del dolor debe abordarse en todo el perioperatorio, se inicia antes de la cirugía para prevenir la sensibilización al dolor provocada por las lesiones inflamatorias y relacionadas con la incisión que ocurren durante la cirugía (69).

Para bloquear la sensación de dolor, la literatura ha registrado varios enfoques que incluyen medicamentos y vías: fármacos antiinflamatorios no esteroides (AINE) orales y parenterales, opiáceos sublinguales e intravenosos (IV), anestésicos locales (AL) y antiepilépticos sistémicos (análogos del GABA (ácido gamma-aminobutírico)) para el manejo del dolor neuropático (69).

A continuación, se muestran las alternativas de analgesia regional más ampliamente utilizadas en el manejo del dolor PO en la ATR utilizadas como complemento de la analgesia multimodal:

### Analgesia Epidural

La analgesia epidural para ATR tiene como ventaja que produce baja incidencia de íleo paralítico (sin uso de opioides) (69), atenuación de la respuesta al estrés quirúrgico, mejora el flujo sanguíneo intestinal, aporta buen control analgésico y reduce el consumo de opioides durante el PO (69). A pesar de todas sus ventajas y de haber sido considerada como “Gold standard” en el pasado, se han descrito efectos secundarios como inestabilidad hemodinámica (70), fallo de la técnica, retención urinaria y bloqueo motor persistente, lo cual es contraproducente cuando el enfoque actual se dirige hacia la movilización temprana del paciente (70).

Las guías PROSPECT recomiendan el uso de analgesia regional periférica sobre la analgesia epidural con el fin de evitar estos efectos adversos que pueden ser contraproducentes para la recuperación rápida del paciente (71) y para evitar complicaciones asociadas propias de la manipulación del neuroeje, esto debido que el uso de tromboprolifaxis en este tipo de cirugías es en la mayoría de los casos necesaria por su alto riesgo de trombosis, por lo que siempre existe el riesgo de hematoma espinal durante el PO(32)(71).

En cuando a la analgesia, se ha comparado la su eficacia analgésica con otras técnicas para ATR como lo es LIA. Los resultados favorecen la LIA sobre la analgesia epidural continua, la mayoría de los ensayos (67)(73)(74) y se observó que la analgesia epidural

continua limita la deambulación del paciente, y los pacientes requieren una monitorización estrecha y un ajuste frecuente de la dosis y esto pueden no ser apropiado para todos los pacientes (71)(73).

#### Uso de opioide por vía espinal

El uso de opioides por vía espinal, a lo largo de los años, ha sido una opción para el manejo del dolor después de la ATR. En lo que respecta a las puntuaciones de dolor, esta descrito que existe beneficio en la combinación de anestésico local más opioide fuerte en comparación con anestésico local solo y se ha demostrado un efecto de ahorro de opioides parenterales durante las primeras 24 horas (75). Para analgesia por vía intratecal, el sulfato de morfina intratecal en dosis de 100-200 ug es el fármaco que ha mostrado los mejores resultados, presentando la mayor eficacia en cuanto a sus beneficios y con la menor incidencia de efectos adversos con respecto a dosis fuera de este rango o a la utilización de otros opioides disponibles (75).

Aunque se ha demostrado que la morfina intratecal es más beneficiosa que el placebo, no se ha demostrado que sea superior a las técnicas analgésicas regionales (bloqueos nerviosos periféricos y LIA) (72)(75)(76), debido a esto las recomendaciones PROSPECT del año 2020 de la Sociedad Europea de Anestesia Regional (ESRA por sus siglas en ingles "*The European Society of Regional Anaesthesia and Pain Therapy*") indican que puede considerarse únicamente en pacientes hospitalizados, cuando la cirugía se realiza bajo anestesia espinal y en la rara situación en la que no son posibles la analgesia por regional ni la LIA, debido a que la morfina intratecal conlleva efectos secundarios molestos (depresión respiratoria, prurito, náuseas, retención urinaria), que interfieren en la recuperación postoperatoria, en especial en el caso ATR ambulatoria (71).

#### LIA

Esta técnica fue descrita por Kerr y Kohan en 2008, y desde entonces ha alcanzado gran popularidad entre los traumatólogos, debido a su simplicidad y aparente seguridad (24)(25). LIA es la administración intraoperatoria de una mezcla combinada de AL,

epinefrina y analgésicos antiinflamatorios, es una técnica administrada por el cirujano para el tratamiento del dolor posoperatorio del reemplazo articular. Los medicamentos más utilizados para inyección tanto intraarticular como extraarticular son morfina, esteroides, clonidina, epinefrina, ketorolaco, ropivacaína o bupivacaina (23).

Las revisiones sistemáticas y los metaanálisis respaldan la LIA para el manejo del dolor posoperatorio en la artroplastia de rodilla (77)(78). Está demostrado que la inyección multimodal intraarticular en combinación con paracetamol, celecoxib y oxicodona por vía oral disminuía las necesidades de analgésicos opioides y aumentaba la satisfacción del paciente después de la ATR (25).

Esta técnica se ha comparado con otras técnicas utilizadas en la analgesia para cirugía de rodilla, en cinco estudios que incluyen 307 pacientes se comparó la LIA con el bloqueo del nervio femoral de inyección única o continuo para ATR (67). Incluso en uno de los ensayos comparó bloqueo de nervio femoral en combinación con LIA con bloqueo de nervio femoral en combinación con una LIA reducida, incluyendo solo la infiltración de la parte posterior de la cápsula de la articulación de la rodilla y, por lo tanto, concluyendo una eficacia analgésica similar informada en ambos grupos que no permitió concluir completamente si una técnica (LIA) es superior a la otra en cuanto analgesia (79).

En una publicación, la LIA proporcionó una analgesia superior con puntuaciones de dolor reducidas solo el día después de la cirugía y una menor necesidad de opioides en las primeras 32 horas después de la cirugía en comparación con bloqueo de nervio femoral (80). Affas et al (81) informa que la eficacia analgésica de la LIA era igual en las primeras 24 horas posteriores a la cirugía. El ensayo aleatorizado de Koh et al compararon la LIA sobre bloqueo de nervio femoral, y notificaron una reducción del dolor con la LIA en las primeras 48 h junto con una menor necesidad de opioides en las primeras 24 h después de la cirugía (82).

Hay tres ensayos en 204 pacientes que comparan la eficacia analgésica de la LIA en comparación con la analgesia epidural continua en donde se informó aumento del dolor con LIA el día de la cirugía, pero una disminución del dolor y de los requerimientos de opioides en los días uno a tres del posoperatorio (67), además, la LIA con AINE

proporciona una analgesia mejorada en comparación con la administración sistémica similar de AINE (73).

En el segundo estudio se observa una reducción de las puntuaciones de dolor y un consumo similar de opioides hasta 72 horas después de la cirugía con LIA en comparación con la epidural (74). En el tercero, la LIA reduce las puntuaciones de dolor entre dos y 72 horas después de la operación junto con una reducción en los requisitos de opioides en las primeras 48 horas (36).

Para ATR se ha hecho comparación de la eficacia analgésica de la LIA en comparación con la morfina intratecal. Se informa de una reducción de las puntuaciones de dolor y del consumo de opioides en las primeras 48 horas posteriores a la cirugía con LIA en comparación con la morfina intratecal (83).

Se ha estudiado también la administración posoperatoria de anestésico local a través de catéteres en la herida, pero se ha visto que puede tener una eficacia analgésica nula o limitada en las artroplastias de cadera y rodilla, independientemente de su ubicación anatómica (intraarticular, subcutánea o intracapsular), además la colocación de estos catéter aumenta el riesgo de infecciones (25).

En general, los ensayos clínicos aleatorizados en artroplastia de rodilla que comparan la eficacia analgésica de LIA en el período posoperatorio temprano en comparación con placebo o ninguna inyección, informan una disminución del dolor posoperatorio y una reducción en los requerimientos de opioides en el período posoperatorio temprano (<48 h) (25).

### Bloqueo Regionales

Los bloqueos de nervios periféricos son una estrategia de suma utilidad para el manejo y control del dolor PO para ATR, y varios estudios han informado de una reducción de las complicaciones postoperatorias y mejores resultados cuando este dolor se trata con anestesia regional (71).

### *Bloqueo de Nervio Femoral*

Para ATR los bloqueos tradicionales han sido el bloqueo del nervio femoral (BNF) y del nervio ciático, aunque no están contraindicados, estos se asocian con debilidad del cuádriceps debido a su inervación motora con su consecuente riesgo de caída y con caída del pie respectivamente, lo que se ha relacionado con una deambulaci3n retrasada despu3s de la ATR (47)(71).

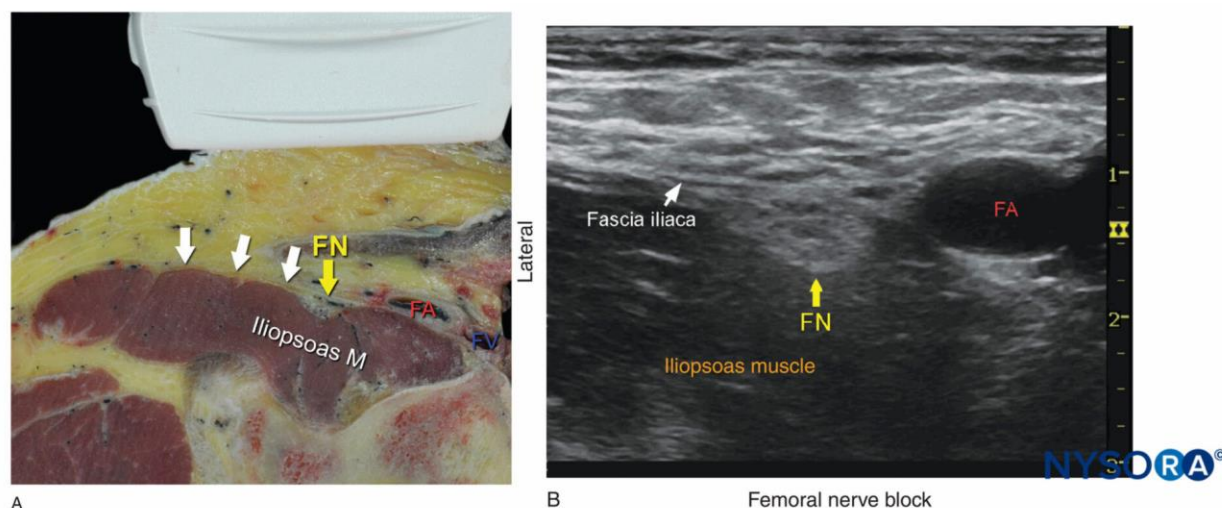


Figura 3. BNF guiado por ultrasonido (Tomado de NYSORA, 2022)

A. Anatomía transversal del nervio femoral (FN) a nivel del pliegue femoral. El FN se ve en la superficie del músculo iliopsoas cubierto por fascia iliaca (flechas blancas). La arteria femoral (FA) y la vena femoral (FV) se ven envueltas dentro de su propia vaina fascial vascular creada por una de las capas de fascia lata.

B. Sonoanatomía del FN en el triángulo femoral.

Para superar estos inconvenientes, se han desarrollado técnicas de bloqueo de nervios más distales, que brindan una analgesia comparable a la del bloqueo de los nervios femoral y ciático, pero con una disminución del riesgo de bloqueo motor y por consiguiente disminución en el riesgo de caídas y una recuperación mejorada (35)(84)(85).

Las pautas PROSPECT de ESRA indican que el bloqueo del canal aductor (BCA) está indicado como el bloqueo nervioso periférico óptimo, por encima del BNF, para mitigar el dolor posoperatorio en pacientes que se someten a ATR (71). Un gran metaanálisis sugiere que los pacientes que reciben BCA combinado con inyección de anestésico local

periarticular podrían deambular antes que los que recibieron inyección periarticular sola, pero se observan diferencias en la analgesia postoperatoria ni en el consumo de opioides (86).

Dos bloqueos que han demostrado una eficacia significativa en la preservación de la función motora del cuádriceps con adecuada analgesia con el Bloqueo *iPACK* y el bloqueo de nervios geniculados (84)(85), estos bloqueos periféricos han demostrado beneficios para los pacientes en relación con la recuperación quirúrgica en comparación con el BNF o ciático, ya que, estos dificultan la movilización postoperatoria temprana, y los pacientes tienen riesgo de caídas en los primeros días después de la cirugía (87).

#### *Bloqueo Canal de los Aductores*

El BNF ha sido parte de los protocolos estándar de alivio del dolor posoperatorio después de ATR en la última década, lo que tiene muchas ventajas sobre la analgesia intravenosa continua o la anestesia epidural en ATR (88), sin embargo, el BNF reduce la fuerza del músculo cuádriceps, lo que aumenta el riesgo de caídas posoperatorias y retrasar la movilización posoperatoria temprana, lo que influye en la satisfacción del paciente (88). El canal aductor involucra el nervio vasto medial, el nervio cutáneo femoral medial, las ramas articulares del nervio obturador, así como el nervio retináculo medial además del nervio safeno que inervan los aspectos medial, lateral y anterior de la rodilla (88), lo que lo convierte en casi un bloqueo nervioso sensorial puro, que solo influye en la función motora del vasto medial debido a su impacto en el nervio del músculo a medida que atraviesa el canal aductor, y, por lo tanto, disminuir en gran medida la incidencia de caídas (88).

Un metaanálisis demuestra que la combinación de BCA con LIA parece estar asociada con una mejoría en la deambulación temprana sin una reducción en la analgesia en comparación con LIA sola para el manejo del dolor en pacientes sometidos a ATR. No se observan diferencias significativas en el consumo de morfina, la duración de la estancia hospitalaria y las complicaciones posoperatorias entre los dos grupos (86). Esto convierte al BCA en una estrategia a considerar para usarlo junto a LIA o PVI.

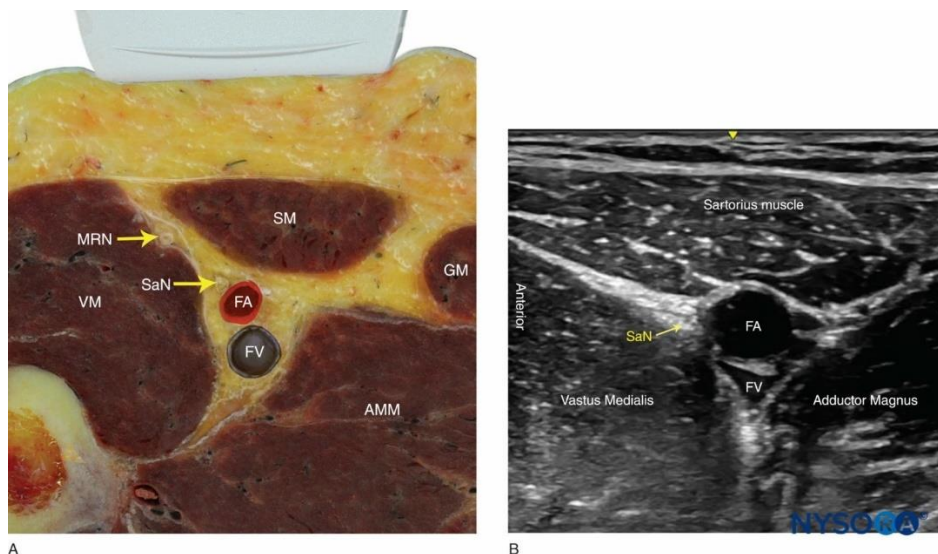


Figura 4. Bloqueo de Nervio Safeno (Tomado de NYSORA, 2022)

A. Anatomía transversal del nervio safeno a nivel del muslo. El nervio safeno (SaN) se coloca entre el músculo sartorio (SM) y el músculo vasto medial (VM), anterolateral a la arteria (FA) y la vena (FV) femorales. AMM, músculos aductores mayores; GM, músculo gracilis; MRN, nervio retinacular medial.

B. Anatomía ecográfica del espacio subsartorial en la mitad del muslo.

### *Bloqueo de Nervios geniculados*

Es una técnica de conservación motora que anestesia las ramas terminales sensoriales que inervan la articulación de la rodilla (90). La articulación se halla inervada anteriormente (anterolateral) por el NF y el nervio peroneo común; y posteriormente, por ramos provenientes del nervio ciático, del nervio tibial y del nervio obturador. La reciente descripción anatómica de los nervios geniculados realizada por Franco et al. destaca su localización constante a nivel próximo a las metáfisis del fémur (distal) y de la tibia (metáfisis proximal) lo que produce anestesia del compartimento anterior de la rodilla (91). La distribución de la anestesia de cada nervio es mayoritariamente en el cuadrante correspondiente (91)

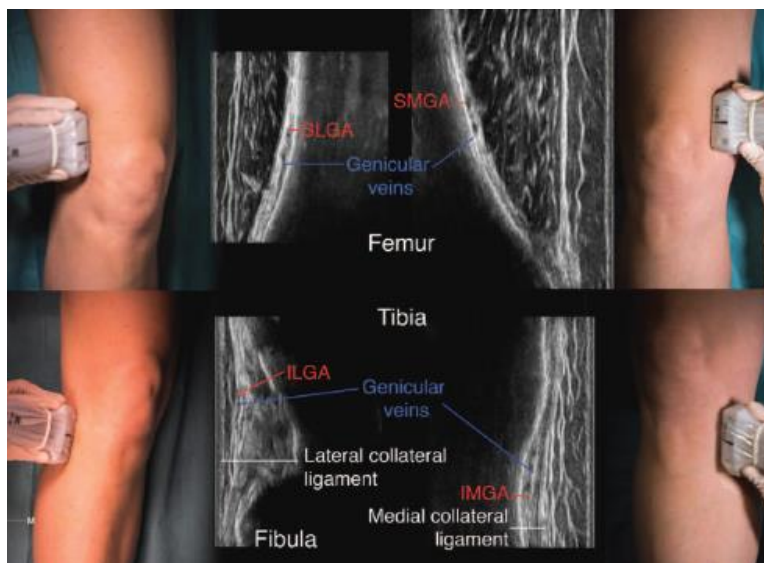


Figura 5. Bloqueo de Nervios Genuculados de la Rodilla (Tomado de NYSORA, 2022)

Sonoanatomía de los nervios geniculares en un plano coronal. SLGA, arteria genicular superolateral; SMGA, arteria genicular superomedial; ILGA, arteria genicular inferolateral; IMGA, arteria genicular inferomedial (90).

En cuanto al volumen necesario, la administración de 4 ml de anestésico local a nivel de los cuatro nervios geniculados de la rodilla ha demostrado producir, tanto en modelos anatómicos con el uso de azul de metileno y en pacientes vivos, producir una distribución amplia periarticular (91).

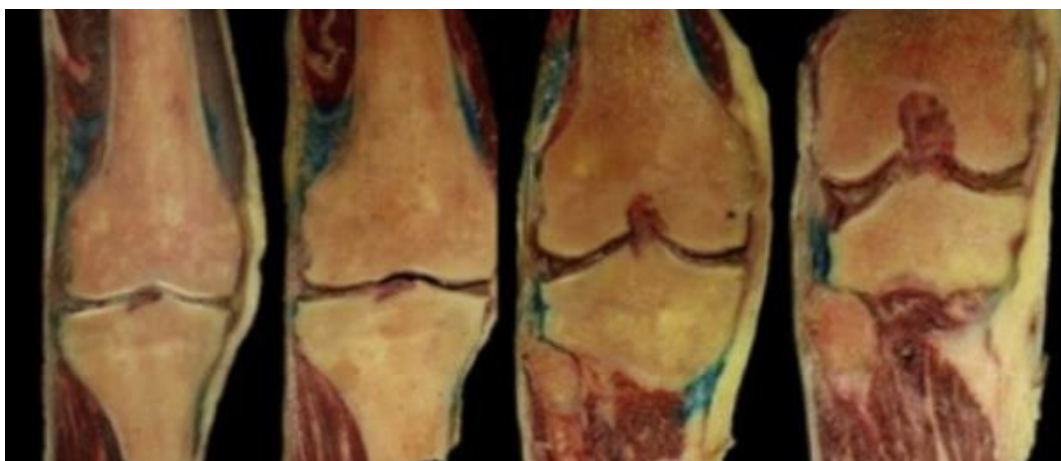


Figura 6. Distribución de Volumen de Bloqueo de Nervios Genuculados (Tomado de Revista Española de Anestesia y Reanimación, 2019 (91))

Imagen muestra distribución de 4 cc de azul de metileno en cada uno de los puntos de punción para el abordaje de nervios geniculados inyectados en un modelo anatómico (91)

Recientemente en el HSJD se efectuó un estudio comparando LIA con bloqueo de nervios geniculados, en el que se incluyen 60 pacientes y son valorados en el PO inmediato, a las seis horas, a las doce horas y a las 24 horas postoperatorias se utiliza la Escala Visual Análoga para dolor. Se valora la satisfacción a las 24 horas, y se concluye que el bloqueo de nervios geniculados brinda una analgesia equiparable a la obtenida con la infiltración local periarticular. La satisfacción del paciente a las 24 horas fue mayor en los pacientes con infiltración local periarticular (92)

Asimismo, la ablación por radiofrecuencia guiada por visión radioscópica de los nervios geniculados como tratamiento del dolor crónico articular de la rodilla está obteniendo buenos resultados (91).

#### Bloqueo *iPACK*

Se trata de una técnica descrita en 2014. El IPACK, combinado con el bloqueo femoral y la anestesia neuroaxial, resultan ser una excelente estrategia analgésica para lograr un adecuado control del dolor en ATR, pronta rehabilitación y deambulación temprana del paciente debido a que no produce afectación motora (95).

La adición de iPACK reduce las puntuaciones de la escala visual anatómica (EVA) posoperatoria, el consumo acumulado de morfina y las estancias hospitalarias. Al mismo tiempo, la adición de iPACK mejora el rendimiento de los pacientes posoperatorios sin efectos secundarios adicionales. iPACK combinado con ACB demuestra ser una técnica adecuada para el tratamiento del dolor después de una artroplastia de rodilla (96).

Consiste en la administración ecoguiada de anestésico local (30 ml de ropivacaína 0,2%) en la cápsula posterior de la articulación de la rodilla (entre el fémur y la arteria poplítea) se buscan apuntar a las ramas articulares sensoriales del nervio ciático y evitar las ramas motoras de los nervios tibial y peroneo común, se evitan la caída del pie, lo cual va en detrimento de la movilización del paciente. Se utiliza como complemento de otros bloqueos que aseguren analgesia sobre la cara anterior de la rodilla (territorio femoral) (37).

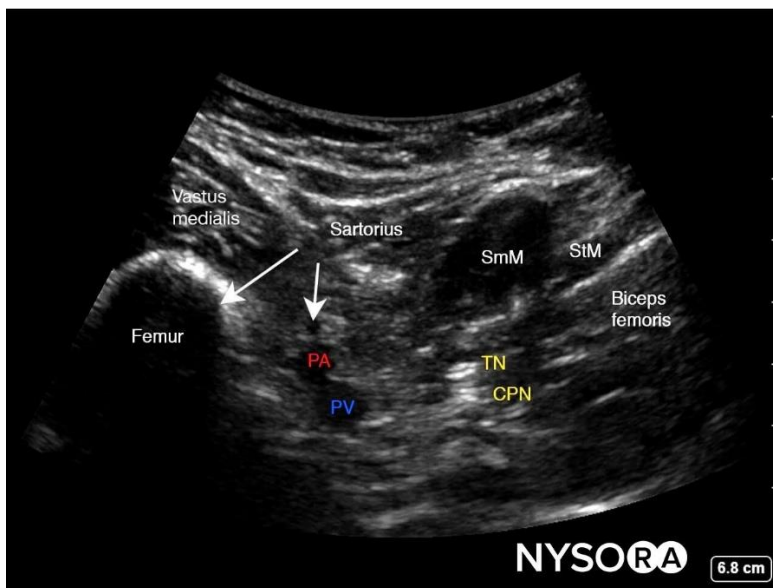


Figura 7. Vista ultrasonográfica durante bloqueo iPACK (Tomado de NYSORA, 2022).

SmM, músculo semimembranoso; PA, arteria poplítea; PV, vena poplítea; TN, nervio tibial; NPC, nervio peroneo común.

### Métodos para disminuir riesgo de Infecciones

La infección después de procedimientos quirúrgicos que involucran reemplazos de cadera y rodilla es una complicación infrecuente, aunque catastrófica, y que tiene una repercusión importante en la adecuada evolución del paciente (94). Debido a esto es sumamente necesario que se apliquen todas las medidas necesarias para reducir el riesgo.

Las directrices recomiendan la utilización de profilaxis antibacteriana sistémica para pacientes con ATR para reducir efectivamente la aparición de infecciones (94).

La utilización de un régimen de profilaxis antimicrobiana es un procedimiento habitual en la cirugía ortopédica moderna, para abordar las bacterias prevalentes vinculadas a la infección, en especial las asociadas a la piel y las endémicas según la epidemiología del centro de salud. Por lo general los esquemas utilizan cefazolina, cefuroxima o vancomicina, ya sea como monoterapia o junto con gentamicina (94). Estos deben administrarse entre una hora a 30 minutos previo a la incisión, con el fin de tener una adecuada concentración del antibiótico en el tejido, de esta manera se debe aplicar refuerzo cada dos vidas medias del antibiótico utilizado (94)

También es crucial garantizar una preparación adecuada de la piel (94). Se ha implementado la utilización de campos quirúrgicos adhesivos con antisépticos, los cuales ha demostrado disminuir el riesgo de infecciones debido a su efecto de inmovilización de las bacterias en la piel, lo que contribuye a prevenir su migración al área de la incisión quirúrgica (118)

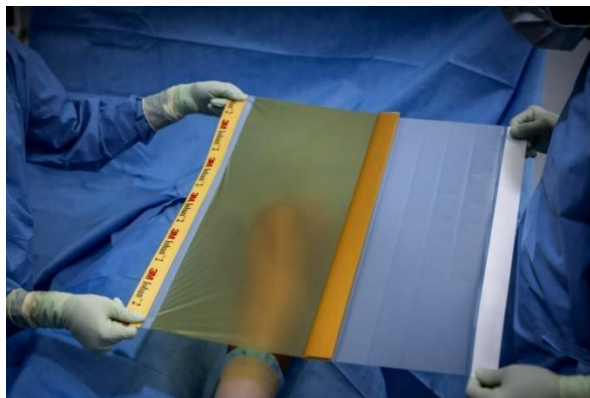


Figura 8. Campo Quirúrgico adhesivo loban 2 (Tomado de web 3M)

La solución antiséptica para la piel juega un papel importante en la prevención de las infecciones del sitio quirúrgico (118). Los tres principales antisépticos más comúnmente utilizados para la preparación de la piel incluyen clorhexidina, yodo y alcohol (118).

La clorhexidina es una polibiguanida catiónica cuyo mecanismo de acción se basa en la liberación de un catión clorhexidina cargado positivamente, que luego puede unirse a la pared celular bacteriana cargada negativamente, ejerciendo así su efecto bactericida contra organismos grampositivos y gramnegativos, anaerobios facultativos, aerobios y levaduras (118). Cuando se utilizó clorhexidina con alcohol se observó una disminución en la incidencia de infecciones del sitio quirúrgico que en pacientes que recibieron povidona yodada (118).

El yodo trabaja en conjunto con el polímero portador povidona, con el fin de prolongar el su efecto, formando el agente antiséptico de la piel povidona yodada (118). Tiene efectos bactericidas contra bacterias, hongos y virus y actúa liberando yodo, que provoca la muerte de microorganismos (118).

El alcohol proporciona el efecto más rápido en reducción del recuento bacteriano de todas las soluciones antisépticas, pero también tiende a tener una duración de acción más

corta que la clorhexidina y yodo, explicando por qué se usa a menudo en combinación con otros agentes antisépticos (118). Está demostrado que lo más adecuado es realizar dos preparaciones de la piel antes de la incisión quirúrgica (118).

Aunque la literatura de cirugía general informa una tasa más baja de infección de herida quirúrgica con clorhexidina alcohol dentro de los 30 días posteriores a la cirugía en comparación con povidona yodada, hay relativamente poca investigación sobre la asociación entre diferentes tipos de soluciones antisépticas y complicaciones en casos de artroplastia articular (118). Un factor importante en cirugía ortopédica es la adherencia a la piel de los campos quirúrgicos adhesivos, y estos se adhieren mejor después de la doble esterilización con solución de alcohol yodo (118).

### **Tromboprofilaxis**

La movilización inmediata del paciente después de la cirugía junto con una tromboprofilaxis adecuada es fundamental para disminuir el riesgo de TEV (19). Las personas que se someten a una cirugía ortopédica tienen una mayor susceptibilidad a desarrollar TEV, un trastorno médico que aumenta sustancialmente la morbilidad y la mortalidad perioperatorias (95).

El riesgo de sangrado y de TEV PO en pacientes con cirugía ortopédica depende, por un lado, del procedimiento que se vaya a realizar y, por otro, de los factores de riesgo que presente el paciente. Por lo tanto, la valoración individual del riesgo de sangrado y de trombosis es altamente variable y por ello el método de tromboprofilaxis debe ser individualizado (42). En el caso de la ATR es una de las cirugías ortopédicas que se consideran de alto riesgo de TEV (42).

Para cirugías de alto riesgo de TEV como la ATR se un protocolo institucional para la prevención que integre la tromboprofilaxis farmacológica con anticoagulantes y la tromboprofilaxis mecánica (Grado IB) (120), sin dejar de lado que entre las principales recomendaciones se encuentra la movilización temprana, por lo que es de vital importancia que el paciente no tenga bloqueo motor (44)(45).

En cuanto a la tromboprofilaxis farmacológica, es mandataria para prevenir la TEV en pacientes con riesgo intermedio y alto (Grado 1B) (120). Los principales fármacos utilizados son la heparina no fraccionada, la heparina de bajo peso molecular y los antiagregantes plaquetarios (45), en un reciente estudio con 248.461 pacientes son incluidos; 176.406 pacientes con tromboprofilaxis con HBPM y 72.055 pacientes con tromboprofilaxis con aspirina. No hay diferencias significativas en el riesgo del TEV, ni TEP entre ambos grupos. Tampoco se hallan diferencias significativas en la mortalidad, ni complicaciones en la herida quirúrgica entre ambos grupos (96).

En cuanto a las medidas no farmacológicas la compresión neumática intermitente (CNI) es la que cuenta con mayor grado de evidencia (grado 1C) (42) (45), no se debe utilizar como medida única en cirugías de riesgo intermedio o alto de TEV, debe ir acompañada de tromboprofilaxis farmacológica (120).



*Figura 9. Equipo de compresión neumática secuencial (Tomado de Cardinalhealth.es, 2024 (97)).*

En el contexto de pacientes ambulatorios o con protocolo ERAS sometidos a un procedimiento ortopédico de alto riesgo sin factores de riesgo adicionales, se recomienda medidas generales de tromboprofilaxis (p. ej., deambulacion e hidratación óptima) (Grado 1B), además de la administración de profilaxis farmacológica con HBPM en lugar de otros fármacos (Grado 2B) y se sugiere evaluar medidas mecánicas específicas en pacientes con mayor riesgo de sangrado (Grado 2C) (120).

Para los pacientes sometidos a un procedimiento de alto riesgo con factores de riesgo adicionales, se recomienda medidas generales de tromboprofilaxis y profilaxis farmacológica con HBPM sobre otros fármacos (Grado 1B), o medidas mecánicas específicas (CNI) en pacientes con mayor riesgo de sangrado (Grado 2C) (120). Se sugiere el uso de aspirina para la prevención de TEV después de una artroplastia total de cadera, una artroplastia total de rodilla y una cirugía de fractura de cadera (procedimientos ortopédicos de alto riesgo) en pacientes sin un alto riesgo de TEV (Grado 2C) (120).

Para la profilaxis farmacológica se recomienda un mínimo de 7 días de duración del tratamiento frente a protocolos de 3 días o de dosis única (Grado 1B), aunque en casos seleccionados de cirugía *fast-track* la tromboprofilaxis solo durante la hospitalización podría ser una opción (Grado 2C) (120).

### **Técnicas para disminuir los trastornos de movilidad articular en el PO.**

La movilización temprana después de la cirugía se ve favorecida por el protocolo ERAS para ATR, se asocian menos complicaciones, menor duración del internamiento y menores costos (2)(98). Los beneficios de estos programas ahora se están aplicando para facilitar la artroplastia de rodilla en el mismo día o de forma ambulatoria en grupos de pacientes cuidadosamente seleccionados (2)(99).

### **Protocolo ERAS en Artroplastia Total de Rodilla**

Los protocolos ERAS son un enfoque terapéutico integral que prioriza el bienestar de los pacientes, la adopción de estos ha iniciado un cambio de paradigma en la cirugía ortopédica, ya que abarcan varios aspectos, se proporciona un apoyo nutricional suficiente, controlar eficazmente el dolor, garantizar el manejo adecuado de los líquidos, la hidratación, y promover la movilización temprana después de la cirugía (31).

El objetivo principal de esta intervención es perfeccionar los resultados generales de salud de los pacientes, al mismo tiempo que se mitigan los gastos médicos a través de una reducción en la duración de la estancia hospitalaria. Al mismo tiempo, la intervención tiene como objetivo disminuir las tasas de mortalidad posoperatoria (31). Los protocolos

para ATR han logrado reducciones significativas en las estancias hospitalarias, reducción significativa en las tasas de transfusión y mortalidad, con menores complicaciones al desafiar los métodos estándar y acelerar la atención al paciente. Basados en evidencia y datos, los protocolos ERAS han subrayado su valor clínico en la seguridad, eficacia y amplia aplicabilidad en el período perioperatorio (31).

ERAS se clasifican en tres componentes distintos: Fase preoperatoria, fase intraoperatoria y fase posterior a la cirugía (31)

En la fase de prequirúrgica, las directrices recomiendan una formación e instrucción preoperatorias integrales para los pacientes (19), esto no solo reduce la ansiedad preoperatoria, sino que igualmente ofrece ventajas en términos de control del dolor, mejora funcional y mitigación de todos los eventos adversos (100). El objetivo final es reducir los niveles de ansiedad del paciente y facilitar una transición sin problemas durante todo el proceso de alta del hospital (31).

La optimización preoperatoria es de vital importancia y ha prometido reducir las complicaciones posoperatorias y acelerar el alta de los pacientes del hospital. Estas medidas incluyen abstenerse de fumar durante un mínimo de cuatro semanas, interrumpir el consumo de alcohol, implementar procedimientos para la extracción temprana de catéteres urinarios y abordar la anemia preoperatoria (19), pues, estos factores de riesgo tienen la capacidad de dar lugar a una variedad de consecuencias, que abarcan, entre otras, la cicatrización subóptima de heridas, el infarto de miocardio, el paro cardíaco, la neumonía, la infección del tracto urinario, la sepsis, la insuficiencia renal aguda y la mortalidad (36)(98).

En cuanto a la dieta, los períodos prolongados de ayuno inducen el catabolismo y provocan una reacción fisiológica al estrés quirúrgico, estas respuestas fisiológicas conducen a la aparición de resistencia a la insulina, niveles elevados de glucosa en sangre y la degradación del tejido muscular (26). Acortar el período de ayuno producen varios resultados beneficiosos para los pacientes, como un mayor bienestar posoperatorio, una resistencia a la insulina mejorada, una disminución de las reacciones

de estrés (26). La recomendación es que los pacientes consuman solo líquidos claros hasta dos horas antes de la administración de la anestesia. Y debe abstenerse de consumir alimentos sólidos durante seis horas antes del (19)(26).

En cuanto a la analgesia, la administración de analgésicos orales durante la fase perioperatoria es importante en los protocolos ERAS. Las directrices proponen la administración rutinaria de paracetamol, antiinflamatorios no esteroideos (AINE). Se otorgan una alta prioridad a la minimización del uso de opioides después de la cirugía con el fin de minimizar las posibles consecuencias negativas asociadas al uso de estos., no obstante, los opioides siguen siendo eficaces para aliviar el dolor agudo y crónico moderado a severo que se produce después del procedimiento (102).

Durante el abordaje en el transoperatorio, se recomienda que la anestesia neuroaxial se priorice como la opción inicial para los pacientes que se someten a cirugías de rodilla o cadera (103).

Para efectos de analgesia, la LIA es el tratamiento más recomendado para el dolor durante el período perioperatorio, los bloqueos nerviosos no se consideran un elemento fundamental de los protocolos ERAS (19)(31). Sin embargo, la LIA tiene una ventaja sobre los bloqueos nerviosos debido a su ausencia de inhibición motora, lo que promueve una deambulación más temprana (19).

En cuanto a las pérdidas sanguíneas los estándares establecidos, se recomienda la administración ATX para mitigar la pérdida de sangre perioperatoria y reducir la necesidad de transfusión de sangre alogénica posoperatoria (19)(31)(55). También debe emplearse los procedimientos de precalentamiento y calentamiento a los pacientes durante las fases preoperatoria y postoperatoria para mantener una temperatura corporal normal para evitar las irregularidades en la coagulación y la función plaquetaria, morbilidad cardíaca, infecciones del sitio quirúrgico y la manifestación de úlceras por presión que inducen la hipotermia (31)(65).

La prevención de infecciones es de vital importancia, se requiere la implementación esencial de profilaxis antibiótica para reducir efectivamente la aparición de tales infecciones (19).

Las recomendaciones de manejo perioperatorio de líquidos, se ha propuesto la implementación de protocolos que se adhieran a enfoques restringidos o equilibrados, mientras que se desaconseja el uso de protocolos liberales (19).

Las náuseas y vómitos PO (NVPO) son una complicación común que a menudo surge después de los tratamientos de artroplastia. La administración de profilaxis multimodal implica el uso de dexametasona y/o antagonistas del receptor 5-hidroxitriptamina 3 (5-HT<sub>3</sub>) (19). Este evento adverso puede tener un impacto sustancial en el proceso de alta del paciente, así como empeorar su malestar y angustia emocional.

### **Infiltración Vasoconstrictora Periarticular**

Klein, en el año 1987, describe por primera vez la anestesia tumescente como una técnica anestésica local que consiste en la infiltración de un gran volumen de solución con una baja concentración de lidocaína y epinefrina (104). Sus principales ventajas son la consecución de condiciones anestésicas adecuadas y una reducción significativa del sangrado perioperatorio, se logra así con facilidad para realizar la cirugía y la disección de los tejidos (104). En el 2010, el Dr. Donald H. Lalonde describe por primera vez la técnica de anestesia local con el paciente completamente despierto sin torniquete (WALANT) con el propósito de tratar casos electivos y selectos de traumatismos de mano en el ámbito ambulatorio (105), la técnica consta en la administración directa en el sitio operatorio a través de una inyección local que contiene lidocaína y epinefrina (105).

Debido a sus ventajas en el ámbito ambulatorio y al ahorro de costes, WALANT se ha vuelto cada vez más popular entre los cirujanos (63). En cuanto esta técnica existe la preocupación por el riesgo de toxicidad sistémica por anestésicos locales (LAST) y de isquemia inducida por vasoconstrictores, sin embargo, estos riesgos han sido insignificantes. WALANT ha demostrado ser exitosa hasta la fecha para procedimientos comunes como la reparación del tendón flexor, la transferencia de tendones, la liberación del dedo en gatillo, la enfermedad de *Dequytren* y procedimientos óseos simples.

Recientemente, el uso de WALANT se ha ampliado a reparaciones más extensas de tejidos blandos, manejo de fracturas y manipulación ósea. (105) (106). Se ha descrito que la anestesia tumescente y WALANT reduce el sangrado durante la cirugía WALANT se asocia con altas tasas de satisfacción del paciente y bajas tasas de infección (105) (106). Se toma en cuenta las dos técnicas antes mencionadas Kerr y Kohan en 2008 (74), innovan con la analgesia por infiltración local (LIA) con administración intraoperatoria de una mezcla combinada de anestésico local (LA), epinefrina y analgésicos antiinflamatorios administrada por el cirujano para el tratamiento del dolor posoperatorio del reemplazo articular, la cual ha demostrado ser una opción primordial en el manejo del dolor en los pacientes sometidas a ATR (74).

En este contexto, recientemente se ha definido la técnica de PVI, que consiste en inyectar una dilución de epinefrina en los planos periarticulares profundos en la entrada de la cápsula vascular antes del inicio de la cirugía con el objetivo de lograr un torniquete químico y reducir el sangrado perioperatorio (63). Es una técnica guiada por ecografía que debe realizarse después del procedimiento anestésico primario (raquídeo o general, según corresponda) (77). La técnica se asocia a una menor pérdida de sangre intraoperatoria, postoperatoria y evita los efectos secundarios causados por el uso de un torniquete. Los costos relacionados con el equipo utilizado son similares a los de los bloqueos regionales (77). Por lo tanto, se considera que la técnica es rentable con beneficios que superan los riesgos del mayor número de punciones y el tiempo necesario (77).

En este momento se cuenta con un estudio observacional retrospectivo, en el estudio ninguno de los pacientes requiere opioides de rescate durante las primeras doce horas después de la cirugía (115). El tiempo medio para la primera solicitud de opioides es 17 horas (15-19) y la dosis media de 24 horas de morfina oral el equivalente es de 20 mg (10-20). Todos los pacientes se movilizan dentro de las 24 horas posteriores a la cirugía. El estudio concluye que la técnica de PVI minimiza la pérdida de sangre intraoperatoria durante la ATR, lo que proporciona alivio eficaz del dolor y permite una movilización

temprana. (115). Sin embargo, de momento se necesitan estudios para validar la eficacia del vasoconstrictor periarticular Infiltración contra técnicas alternativas.

### **Solución de PVI**

Solución para realizar PVI para ATR consiste en una preparación de 200 ml de levobupivacaína al 0,125% o ropivacaína al 0,2% con un mg de epinefrina (1:200.000) (63), en la CCSS no se cuenta con ropivacaína, por lo que la solución se prepara con levobupivacaína. Para aquellos pacientes con una condición cardíaca inestable, las soluciones con hasta 1:1.000.000 de epinefrina han demostrado proporcionar una hemostasia efectiva (63). Se va a utilizar un volumen total de 120-150 ml de la mezcla cerca de los vasos sanguíneos de las articulaciones (63).

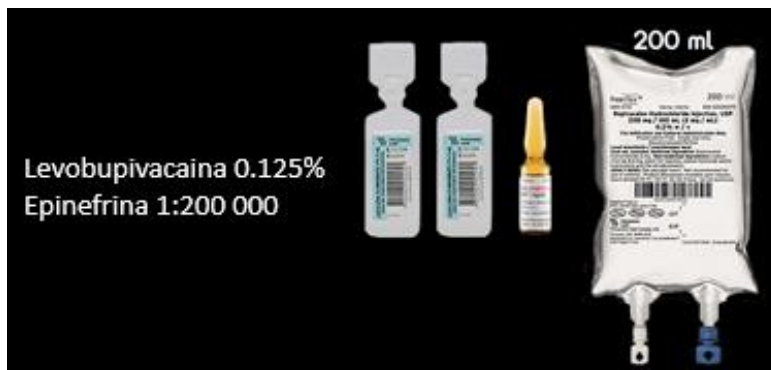


Figura 10. Solución de PVI para ATR (Tomado de *Journal of Clinical Anesthesia*, 2024 (63))

### Fármacos

#### *Anestésico Local*

Los agentes anestésicos locales actúan sobre los canales de sodio intracelulares para inhibir la entrada de iones de sodio a través de la membrana neuronal, esto evita la despolarización de la membrana, lo que a su vez impide la producción de potenciales de acción, por lo que la señal de dolor no se conduce a lo largo de la neurona (47). Los anestésicos locales tienen una mayor afinidad por los canales de sodio en un estado activado y, como tal, el inicio de la acción es más rápido en las fibras neuronales de disparo rápido (47).

Hay dos grupos principales de anestésicos locales que se caracterizan por sus enlaces moleculares. Los ésteres, que incluyen la cocaína y la procaína, son metabolizados por la pseudocolinesterasa y tienen más probabilidades de producir reacciones alérgicas, y las amidas, que incluyen la lidocaína, ropivacaína, bupivacaína y levobupivacaína que son metabolizadas por el hígado (106)

La levobupivacaína es una preparación de un solo enantiómero que consiste en el S de la bupivacaína (47). En comparación con la bupivacaína racémica, la levobupivacaína ha reducido considerablemente la toxicidad cardiovascular y del SNC, lo que permite administrar una dosis mayor (47). El perfil clínico y la potencia de la levobupivacaína parecen ser similares a los de la bupivacaína, con una duración del bloqueo ligeramente mayor (106)

Cuando se utilizan dosis elevadas de agentes anestésicos locales, también es significativo considerar los efectos de la toxicidad. La toxicidad sistémica de los anestésicos locales suele presentarse con alteraciones del sistema cardiovascular y del sistema nervioso central (SNC) (47)(63). El bloqueo de los canales de sodio de las vías de inhibición corticales provoca cambios sensoriales y visuales, con afectación muscular que se presenta como convulsiones, y si los niveles plasmáticos de anestésico local continúan aumentando, las vías excitatorias corticales se ven comprometidas, produciendo características latentes que consisten en pérdida de conciencia, coma y eventual paro respiratorio (47)(107).

Estos efectos del SNC son más comunes y tienden a presentarse antes de cualquier efecto del sistema cardiovascular (107). Los síntomas cardiotóxicos son la consecuencia de las alteraciones del ritmo que ocurren después de la inhibición del canal de sodio en el Haz de His, lo que resulta en la propagación deteriorada de los potenciales de acción. Esto se presenta como una prolongación de los intervalos PR, QRS y ST, y bradiarritmias que causan hipotensión y riesgo de paro cardíaco.

Se han publicado varios estudios sobre anestesia tumescente y LIA, que muestran niveles plasmáticos mínimos de anestésico tras la inyección de soluciones tumescentes o LIA (106,109). En este sentido, se plantea la hipótesis de que la técnica de sitios

múltiples y la propia vasoconstricción local disminuyen la absorción sistémica de epinefrina y LA (63). La toxicidad sistémica de los anestésicos locales se previene y se reduce la tasa de inyección del LA e identificando los factores de riesgo dentro del período preoperatorio, en particular los extremos de edad, el embarazo, la enfermedad renal, la enfermedad cardíaca y los pacientes con disfunción hepática (106).

En el caso de intoxicación por anestésicos locales se deben seguir las recomendaciones de la Sociedad Americana de Anestesia Regional y Medicina del Dolor (ASRA) (108).

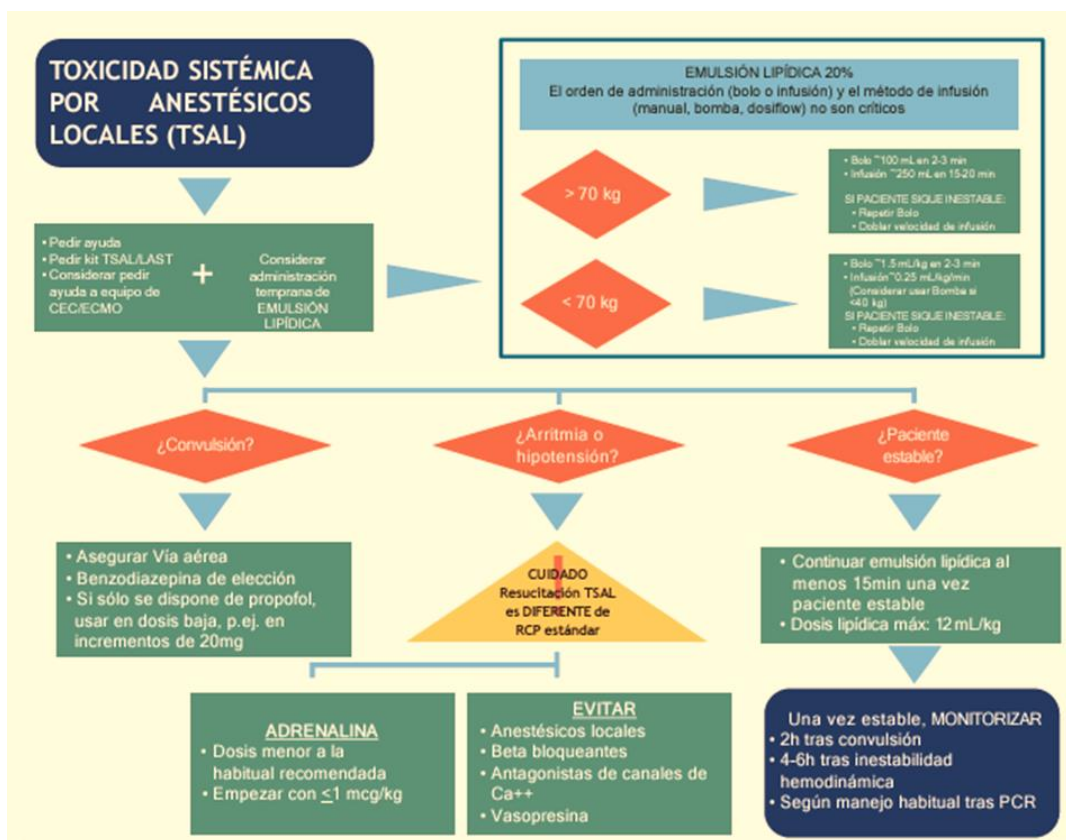


Figura 11. Algoritmo de manejo de paciente con Intoxicación por AL (Tomado de American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine, 2020 (108))

### Vasoconstrictor

La epinefrina es un potente estimulador alfa-adrenérgico cuyos efectos locales duran hasta una a dos horas, y su efecto isquémico máximo se alcanza 30 minutos después de la administración (50)(77)(110). Si se produce absorción o inyección intravascular, la

epinefrina tiene una vida media plasmática breve de dos a tres minutos debido a la rápida degradación por las enzimas plasmáticas (47).

Hay mucha experiencia descrita con la adrenalina utilizada en la cirugía de la mano en la técnica de WALANT, su fuerte estimulación alfa-adrenérgica induce vasoconstricción local cuando se inyecta por vía subcutánea (106).

Cuando se combina con lidocaína, la vasoconstricción resultante no solo reduce el sangrado, sino que retrasa la reabsorción del agente anestésico local (111). Esto reduce el tiempo hasta el inicio de la acción y aumenta la duración de la acción. Como resultado de la absorción retardada, el uso combinado de adrenalina protege contra la toxicidad, lo que permite que la dosis máxima de lidocaína aumente de tres a siete mg/kg (77)(106). En comparación, la bupivacaína tiene un inicio de acción mucho más lento, que tarda unos cinco a diez minutos después de la inyección, pero dura hasta dos a cuatro horas (106). Si bien el uso de un vasoconstrictor tiene un efecto desconocido en el inicio de la acción de la bupivacaína, el uso de adrenalina prolonga la duración de la acción (hasta siete horas) y protege contra la toxicidad, lo que permite una dosis mayor de 2,5 a 3,0 mg/kg (111).

Al usar adrenalina para establecer la hemostasia, ya no se requiere un torniquete proximal, se evitan así todos los efectos adversos graves relacionados al uso de este (111)(112). También la exanguinación y la aplicación de torniquetes dificultan la identificación de los vasos, y la falta de cauterización de los vasos rotos aumenta el riesgo de formación de hematomas posoperatorios y complicaciones asociadas de la herida (111)(112). Las reacciones sistémicas graves a la adrenalina son poco frecuentes y se han notificado pocos casos (113). La principal preocupación es la administración de adrenalina a pacientes con cardiopatías, ya que provoca episodios transitorios de taquicardia e hipertensión (113). Estos pacientes deben ser controlados peroperatoriamente y se debe administrar dosis reducidas de adrenalina (63) (77).

La necrosis periférica es una complicación potencial temida después de la inyección de AL, pero ahora ha desaparecido pues estaba asociada con el uso de procaína, que ahora no se utiliza, y no se relaciona con el uso de epinefrina (106).

La técnica es reproducible y no ha presentado complicaciones asociadas a la misma de importancia, pero cabe destacar que antes de su aplicación, la comprensión del suministro vascular, la anatomía articular y la inervación son fundamentales para obtener resultados satisfactorios (63).

### **Anatomía de Rodilla**

Para entender cómo funciona la PVI es transcendental comprender la anatomía de la rodilla, es especial su inervación e irrigación, esto con el fin de entender los puntos objetivos de inyección y por qué aparte de ser una técnica ahorradora de sangrado, también se convierte en una técnica que se agrega al arsenal para la analgesia PO (63).

#### Irrigación e Inervación

La anatomía de la rodilla es compleja, la inervación está dada por ramas que se originan en los nervios femoral, obturador y ciático (63).

La mayoría de los autores dividen la rodilla en un compartimento posterior inervado por ramas articulares sensoriales del nervio ciático e irrigado por ramas de la arteria poplítea, y luego el anterior, dividido en cuatro cuadrantes inervados por los nervios geniculados superolateral (SLGN), superomedial (SMGN), inferolateral (ILGN) e inferomedial (IMGN) (90)(91). Varios estudios en cadáveres también muestran una contribución de otras ramas, como el nervio peroneo recurrente, el nervio del vasto medial, intermedio, lateral y la rama infrapatelar. (91)

La SLGN discurre alrededor de la diáfisis del fémur para pasar entre el vasto lateral y el epicóndilo lateral. Acompaña a la arteria genicular lateral superior. (90)(91)(114).

La SMGN discurre alrededor de la diáfisis del fémur, siguiendo la arteria genicular medial superior, para pasar entre el tendón del aductor mayor y el epicóndilo medial por debajo del vasto medial. (91)(114)

El ILGN discurre alrededor del epicóndilo tibial lateral profundo al ligamento colateral lateral, siguiendo la arteria genicular lateral inferior, superior a la cabeza del peroné (91)(114).

La GNMI discurre horizontalmente por debajo del ligamento colateral medial entre el epicóndilo medial tibial y la inserción del ligamento colateral. Acompaña a la arteria genicular medial inferior (91)(114).



Figura 12. Inervación de la Rodilla (Tomado de Journal of Clinical Anesthesia, 2024 (63))

SLGN: Nervio Geniculado Superior Lateral, NVL: Nervio Vasto Lateral, NVI: Nervio Vasto Intermedio, NVM: Nervio Vasto Medial, SMGN: Nervio Geniculado Superior Medial, SN: Nervio Safeno, ILGN: Nervio Geniculado Inferior Lateral, IMGN: Nervio Geniculado Inferior Medial, RB: Rama Recurrente, PN: Nervio Peroneal, TN: Nervio Tibial (63).

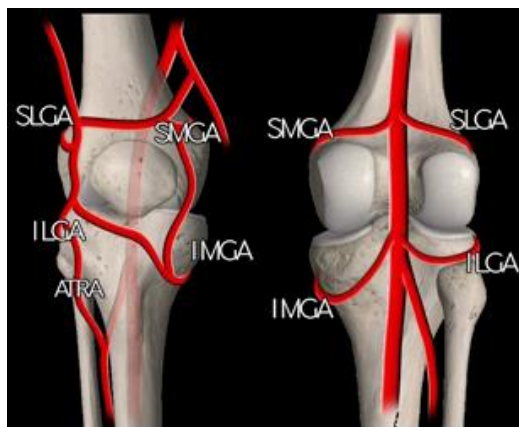


Figura 13. Irrigación de la Rodilla (Tomado de Journal of Clinical Anesthesia, 2024 (63))

SLGA: Arteria Genicular Superior Lateral, SMGA: Arteria Genicular Superior Medial, ILGA: Arteria genicular Inferior Lateral, IMGA: Arteria Genicular Inferior Medial, ATRA: Arteria Tibial Recurrente Anterior. (63)

### **Descripción de la Técnica**

Previo monitoreo y estrictas precauciones asépticas, los pacientes reciben anestesia general o raquídea según corresponda para la cirugía, para posteriormente aplicar la PVI, esto debido a las múltiples punciones que produce dolor al paciente si se colocan antes de la técnica anestésica (63).

Las inyecciones guiadas por ecografía en múltiples sitios utilizando una aguja de calibre 22G y 100 mm 30 minutos antes de la incisión quirúrgica (63)(77). Es tiempo de colocación es de suma importancia debido a que es el tiempo que tarda la epinefrina a nivel local para alcanzar su máximo (63,112).

Es primordial, recordar que el antibiótico debe ser aplicado 30 min antes del PVI, los antibióticos IV tienen su pico de concentración a nivel de la herida quirúrgica entre los 60 a 30 min después de su colocación siempre y cuando exista flujo sanguíneo (94).

Se debe identificar los sitios de punción con ecografía, en el caso de la rodilla el aporte vascular accede a través de la cápsula articular por medio de los nervios geniculares y la arteria poplítea, acompañado de los nervios geniculares y de los nervios de la cápsula posterior, respectivamente, que recogen la nocicepción y propiocepción de las diferentes zonas articulares, por lo tanto, la infiltración no solo brinda vasoconstricción con reducción del sangrado intraoperatorio, sino que también brinda analgesia sensitiva si afectación de la función motora (23).

También se procede a realizar infiltración del sitio quirúrgico a nivel subcutáneo, esto debido a que en varios estudios en relación con LIA se ha llegado a la conclusión de que la infiltración subcutánea es necesaria para proporcionar una analgesia suficiente en el período posoperatorio temprano (63)(23).

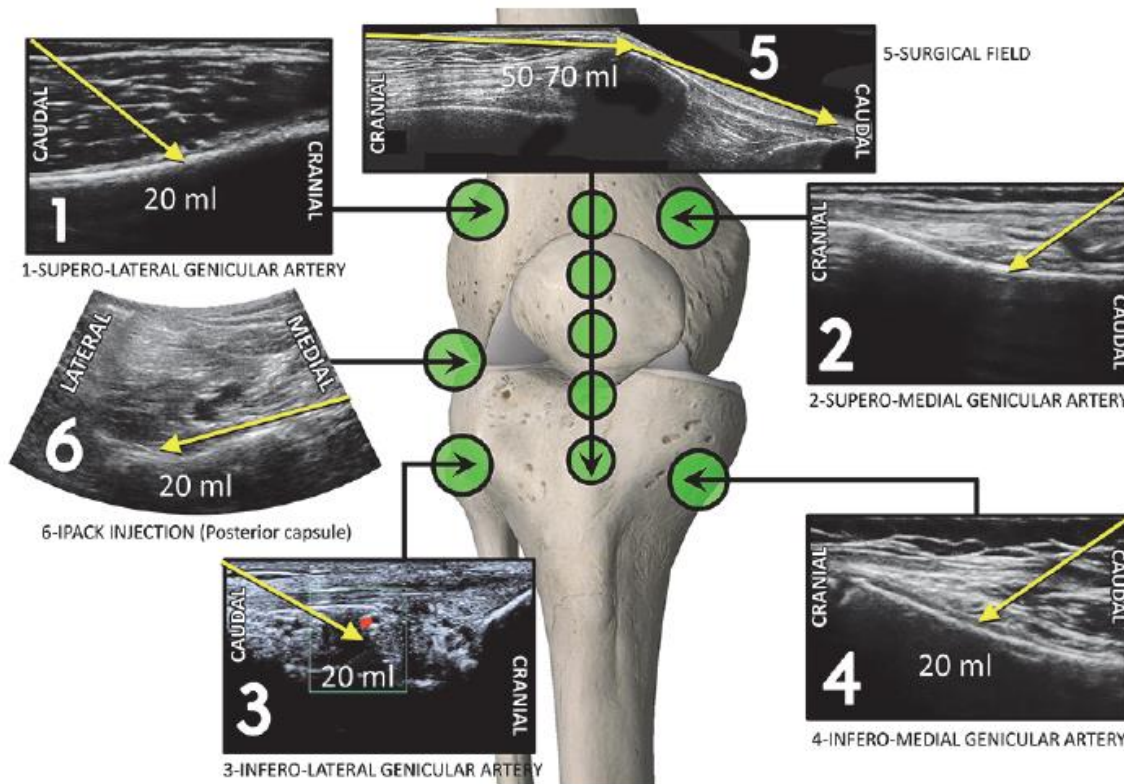


Figura 14. Puntos de punción y volúmenes utilizados en PVI para ATR (Tomado de *Journal of Clinical Anesthesia*, 2024 (63))

En la figura 14 se muestran los pasos para realizar la técnica PVI de rodilla, que comprende seis inyecciones guiadas por ecografía (63).

Los dos primeros abordajes se realizan con el transductor en orientación coronal. Se inyectan 20 ml de la solución en los epicóndilos femorales superomedial y superolateral, en el punto donde se identifica la pulsación de las arterias geniculares (63).

La tercera inyección, con el mismo volumen y dilución, se efectúa distal al cóndilo tibial medial, rodeando la pulsación de la arteria genicular. Estos abordajes se pueden realizar en plano o fuera de plano, observando la correcta distribución de la solución a lo largo de la línea cortical. Estos tres primeros sitios de inyección corresponden a los puntos de entrada de las arterias y nervios geniculares, y los nervios del vasto medial y lateral a la cápsula de la rodilla. (63)

Posteriormente, en el cuarto punto de punción, una vez identificado el epicóndilo lateral de la tibia, se desplaza el transductor en sentido distal para obtener una visión nítida de la cabeza del peroné. Se inyectan diez ml en proximidades de la arteria genicular inferolateral, entre el ligamento colateral y el cóndilo lateral de la tibia. Se aconseja realizar Doppler color si no se visualiza claramente la pulsación de alguna arteria genicular (63).

Una vez que se ponen todas las inyecciones geniculares, se realiza un bloqueo IPACK (Inyección entre la arteria poplítea y la cápsula posterior de la rodilla) con 20 ml (63). Para finalizar, la sexta y última inyección que consiste en una inyección intraarticular a través de la bursa suprapatelar con 20 ml, y una infiltración subcutánea a lo largo de la línea de incisión quirúrgica con un total de 60-80 ml de la dilución, todo esto va a depender de la fisionomía y tamaño de la rodilla (63). En esta ocasión, se recomienda un abordaje en plano, de cefálico a caudal, siguiendo la línea media de la rodilla (63).

### **Desventajas de PVI**

La técnica también tiene ciertas desventajas, como ya se comentó, es importante tener en cuenta el tiempo que tarda en desarrollarse el efecto hemostático después de inyectar el anestésico local, generalmente 30 minutos, lo que tiene implicaciones para la organización de los casos y el funcionamiento de los quirófanos (63).

También, la inyección local de grandes cantidades de líquido distorsiona la anatomía local y el cirujano debe aprender a trabajar dentro de un campo quirúrgico que está más húmedo que cuando se utiliza un torniquete (63), este edema en ocasiones afecta potencialmente la efectividad de la electrocauterización. Esto requiere una comunicación exhaustiva y un consenso dentro de todo el equipo con respecto al procedimiento (77).

Otras complicaciones potenciales de esta técnica son la punción vascular accidental o la infección (90)(34). Siempre se deben utilizar precauciones asépticas porque se ha expresado preocupación por el posible aumento del riesgo de infección con LIA, que extrapolarse a la PVI, pero esta preocupación surge principalmente del uso posoperatorio de un catéter, que conlleva el riesgo de contaminación por inyecciones múltiples, así

como de la posibilidad de que las bacterias migren a lo largo del catéter permanente en lugar de por la infiltración estéril realizada durante la cirugía (34).

Asimismo, se recomienda una prueba de aspiración de sangre con inyección fraccionada. Las complicaciones secundarias a la inyección intravascular de epinefrina se tratan con la administración de fentolamina, un inhibidor competitivo de los receptores alfa-adrenérgicos (112).

### **Contraindicaciones para PVI**

Es importante tener en cuenta las contraindicaciones para el uso de una técnica, incluida una alergia documentada o una reacción previa a la anestesia local (37). De esta manera, se debe tener cuidado al operar a pacientes con compromiso de la circulación periférica, ya que esto está asociado con una lesión vascular previa, aterosclerosis, enfermedad de Buerger u otra enfermedad reumática (63) (105). La adrenalina puede tener efectos centrales en la función cardíaca (110). La exclusión de los casos con infecciones locales es una contraindicación primaria para este procedimiento (63).

En cuanto a posibles efectos secundarios sobre la hemodinamia del paciente, no se han registrado complicaciones cardiovasculares importantes, como infarto agudo de miocardio o paro cardíaco (63)(77). Si se ha observado complicaciones cardiovasculares menores poco frecuentes, como hipertensión o taquicardia transitorias (63) (110). La hipótesis es que la técnica de múltiples sitios y la vasoconstricción local en sí minimizan la absorción sistémica de epinefrina, lo que explica la baja incidencia de inestabilidad hemodinámica (63).

## Discusión

La ATR es de las cirugías más frecuentes a nivel mundial, su incidencia y prevalencia van en aumento, con requisitos e indicaciones que se han abierto cada vez más a pacientes con múltiples comorbilidades, lo que implica que hay más factores de riesgo asociados a complicaciones en pacientes sometidos a ATR (1). También por el aumento de intervenciones en pacientes jóvenes, una incidencia cada vez mayor en las ATR de revisión, lo que acrecienta los riesgos de sangrado y el dolor (3)(9). Por este motivo, los anestesiólogos y cirujanos deben de procurar esforzarse en mejorar las herramientas para enfrentarse a los nuevos desafíos.

El dolor y el sangrado son complicaciones que son una posibilidad que se presenten, aumenten la morbimortalidad de los pacientes con el consiguiente gasto económico que significa para la institución y el desgaste emocional que implica y el entorno del paciente sometido al procedimiento (19). En la actualidad existen técnicas efectivas para disminuir la probabilidad de complicación en estos apartados.

En cuando a dolor la LIA ha demostrado tener gran efectividad y eficiencia, comparada o incluso superior a técnicas neuroaxiales o regionales, con un riesgo disminuido de bloqueo motor, lo que permite una adecuada movilidad temprana del paciente y por ende mejores índices de recuperaciones de la funcionalidad y menor riesgo de tromboembolismo, también la LIA preoperatoria parece reducir la pérdida de sangre perioperatoria en un 39% durante la cirugía de artroplastia total de rodilla en comparación con su administración al final de la cirugía (67), pero cabe enfatizar que los resultados positivos en la disminución de pérdidas sanguíneas no han sido aprovechadas en la institución, debido a que en nuestro medio no se aplica en el preoperatorio, sino en el transoperatorio y al final de la cirugía.

La PVI es una técnica que busca una infiltración periarticular, está estrechamente relacionada con los conceptos de anestesia tumescente y especialmente con de LIA, con la diferencia de que es guiada por objetivos mediante ultrasonido, infiltrando directamente en la periferia de las terminaciones nerviosas y vasculares que inervan e

irrigan la articulación y es aplicada antes de la incisión quirúrgica lo que se espera disminuya las pérdidas sanguíneas (63)(77).

Entre las técnicas utilizadas en el ámbito hospitalario de la CCSS se encuentran el torniquete neumático, esto con la intención de disminuir las pérdidas sanguíneas perioperatorias y también optimizar la cementación, sin embargo, no hay evidencia de que estos objetivos se logren por este medio, por el contrario, la evidencia muestra que el torniquete aumenta la incidencia de dolor, TEP y entre otras complicaciones indeseables para el paciente (43). La única ventaja demostrada es la mejora en la visualización del campo quirúrgico y también la disminución del tiempo quirúrgico, pero son beneficios que no superan el riesgo asociado al uso del este (43). Por otro lado, el PVI no ha demostrado tener efectos adversos comparables con los que tiene el uso del torniquete, los efectos adversos relacionados al PVI son los relacionados al LIA o a la técnica de WALANT que se asocian al uso de anestésicos locales y epinefrina (77).

En cuanto a lo que refiere al sangrado el torniquete ha demostrado beneficios en el transoperatorio, mas no en todo el perioperatorio debido al riesgo de sangrado en el posoperatorio por los vasos sanguíneos lesionados y no cauterizados que reperfundan posterior a deinsuflación del mismo, por lo que el uso de torniquete neumático no ha podido traducirse en una disminución en el índice de transfusiones (43), sin embargo, en la LIA preoperatoria para ATR si se ha demostrado una disminución en las pérdidas sanguíneas hasta en un 39% y en la técnica de WALANT para cirugía de mano se ha demostrado una adecuada hemostasia en el posoperatorio secundario a que la no oclusión completa de los vasos sanguíneos que permite una cauterización adecuada de los vasos sanguíneos (67)(112).

No hay evidencia de que la disminución en el sangrado del LIA preoperatorio de rodilla se relacione con la mejor cauterización que permite la técnica de WALANT en mano, sin embargo, es un concepto que vale la pena indagar en relación con el PVI.

Esta estudiado que el torniquete, aunque es una técnica que tiene más desventajas que beneficios, es todavía utilizada a nivel institucional e incluso a nivel mundial (44). Es una

estrategia que puede ser reemplazada por el PVI y que proporciona analgesia con adecuada visualización del campo quirúrgico, disminución del sangrado transoperatorio y presuntamente perioperatorio, aunque en este aspecto faltan estudios (63). Incluso eliminar el uso del torniquete con la utilización o no del PVI puede proporcionar mejoría en la comorbilidad del paciente, ya que aumenta por sí solo la estancia hospitalaria, lo que implica aumento de los costos para la institución, costos que está demostrado que no se compensan con la disminución asociada al tiempo de quirófano (43)(44).

En cuanto a complicaciones como el TEP, un cambio en la práctica para realizar cirugía sin torniquete podría reducir aproximadamente a la mitad el riesgo de TEV (44).

Entre los métodos utilizados para disminuir las pérdidas sanguíneas se encuentra la hipotensión permisiva, sin embargo, esta técnica es sumamente peligrosa debido a los altos riesgos que implica la hipotensión en pacientes, específicamente en adultos mayores e hipertensos, la PVI permite mantener la presión arterial normal y consigue un efecto ahorrador de sangre eficaz transoperatorio, permitiendo la cirugía sin torniquete y facilitando la deambulación y el alta precoces (63)(115).

Aunque técnicas como el torniquete y la hipotensión permisiva han demostrado no ser las mejores opciones (43). Existe evidencia de medidas para el manejo del sangrado y del dolor que son sumamente efectivas, como el uso de ácido tranexámico y el uso de bloqueos regionales que no afecten la actividad motora. En el caso del uso de ácido tranexámico se puede utilizar perfectamente en conjunto con PVI y en cuanto a los bloqueos regionales, aunque no es la intención de los autores, estos se pueden aplicar en conjunto con PVI siempre y cuando se tenga en cuenta la dosis máxima de anestésico local (56).

En el último estudio relacionado a la técnica, se demuestra que la PVI establece de manera confiable un campo quirúrgico deseable sin sangre al tiempo que ofrece una analgesia postoperatoria comparable a la lograda con LIA en ATR (63)(71).

Todas estas propiedades hacen de la PVI sea una herramienta que impresiona tener potencial para incluir en los protocolos ERAS (Enhanced Recovery After Surgery) para cirugía mayor de rodilla, mejorando la seguridad, la movilización precoz y el alta. (19)

## Limitaciones

- Limitación de literatura médica relacionada a PVI en la actualidad.
- Ausencia de equipo ERAS en el HSJD en la actualidad.

## Conclusiones

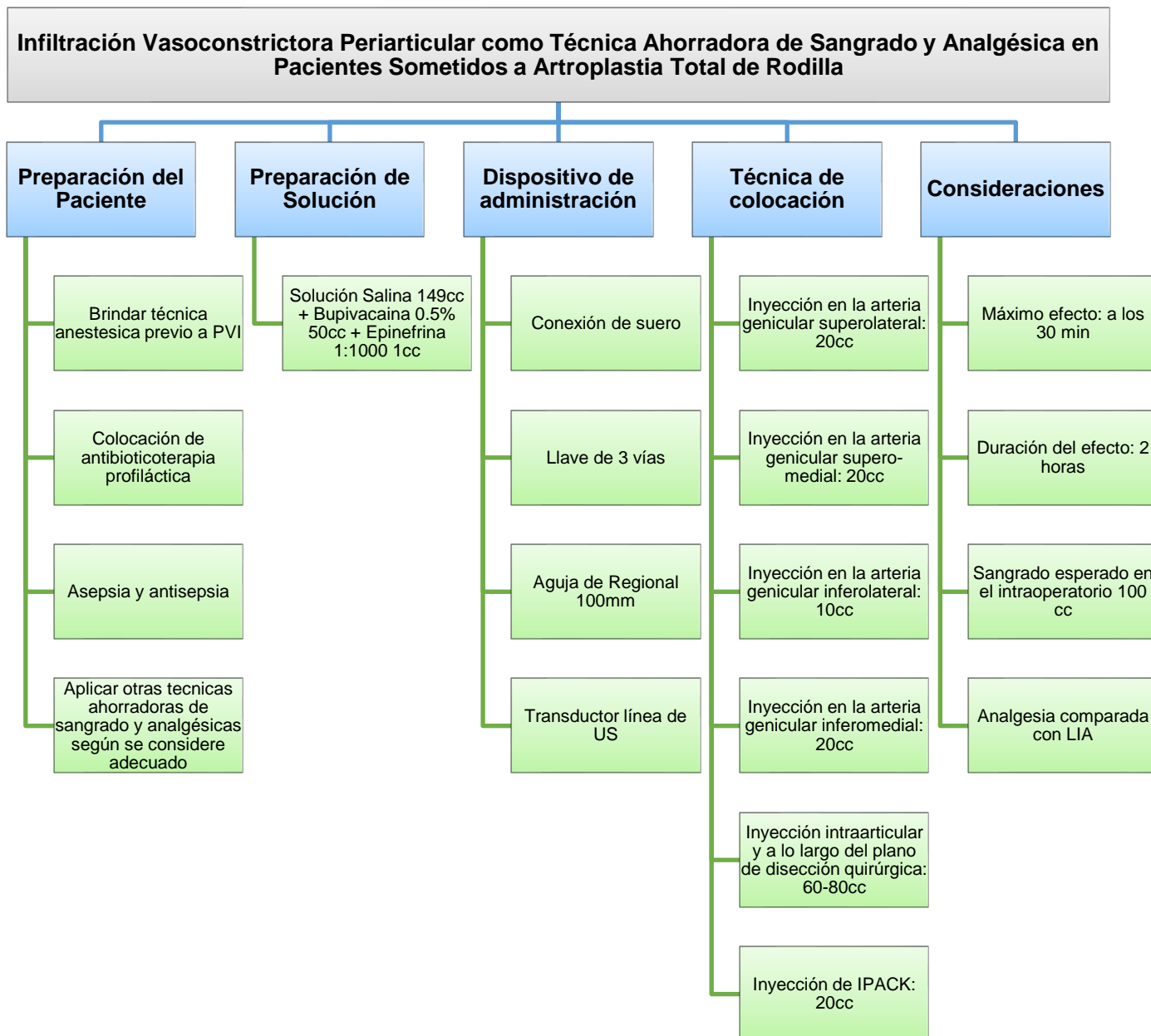
- La ATR es una cirugía con alta prevalencia y con una incidencia en aumento, debido a las características actuales de la pirámide poblacional y a ampliación de las indicaciones, en donde cada vez se intervienen pacientes con comorbilidades y características que implican un mayor riesgo de complicaciones posoperatorias, lo que obliga al personal de salud mantenerse actualizado y a mejorar las herramientas actuales para el manejo de dichas complicaciones.
- En la actualidad existen herramientas y técnicas con evidencia que actúan de manera efectiva para mejorar el control del dolor y el sangrado secundario a la ATR. Estrategias como el uso de ácido tranexámico, bloqueos regionales y LIA se utilizan de rutina en la institución y han resultado ser efectivas.
- El uso del torniquete es una de las técnicas que todavía se utilizan de rutina por algunos cirujanos. Es una estrategia que tiene muy pocas ventajas en comparación con sus riesgos, por lo que no es recomendado y vale la pena excluirlo en el manejo del paciente en ATR.
- La técnica PVI establece de manera confiable un campo quirúrgico deseable sin sangre al tiempo que ofrece una analgesia postoperatoria comparable a la lograda con LIA en ATR, lo que lo vuelve en una alternativa que ofrece las ventajas del torniquete neumático en el transoperatorio sin sus efectos adversos relacionados con dolor y aumento en la incidencia de TEP.
- Al igual que el torniquete neumático, el PVI disminuye el sangrado en el transoperatorio, pero no está demostrado mediante la evidencia que disminuya el

sangrado en el perioperatorio o que disminuya la incidencia de transfusión sanguínea, no obstante, sus características similares al LIA y técnica de WALANT, hacen pensar que esta es una posible ventaja de la técnica.

- También se toma en cuenta las características de la PVI y su estrecha relación con LIA y técnica de WALANT, vale la pena utilizar la técnica para reemplazar el torniquete, y estudiar sus efectos en el paciente en cuando a las pérdidas sanguíneas y analgesia para determinar si se estandariza a nivel institucional y en los protocolos ERAS para ATR.

## Anexos

### Ficha Técnica



## Bibliografía

- 1- Shichman, I., Askew, N., Habibi, A., Nherera, L., Macaulay, W., Seyler, T., & Schwarzkopf, R. (2023). *Projections and epidemiology of revision hip and knee arthroplasty in the United States to 2040-2060*. *Arthroplasty Today*, 21(101152), 101152.
- 2- Sloan, M., Premkumar, A., & Sheth, N. P. (2018). Projected volume of primary total joint arthroplasty in the U.s., 2014 to 2030. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, 100(17), 1455–1460. <https://doi.org/10.2106/jbjs.17.01617>
- 3- Schwartz, AM, Farley, KX, Guild, GN y Bradbury, TL, Jr. (2020). Proyecciones y epidemiología de la artroplastia de revisión de cadera y rodilla en los Estados Unidos hasta 2030. *The Journal of Arthroplasty*, 35 (6), S79–S85. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2020.02.030>
- 4- Orlich-Orlich E. Plan estratégico para el diseño y el desarrollo de prótesis de rodilla y cadera en Costa Rica. Tesis de pregrado. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 2011. Consultado el 6 de octubre de 2019. Disponible en: [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6247/Informe\\_Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6247/Informe_Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- 5- Bunn, KJ, Isaacson, MJ, Ismaily, SK, Noble, PC y Incavo, SJ (2016). Cuantificación y predicción del esfuerzo laboral del cirujano en artroplastias totales de rodilla primarias y de revisión. *The Journal of Arthroplasty* , 31 (9), 59–62. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2016.05.003>
- 6- Bohl, DD, Samuel, AM, Basques, BA, Della Valle, CJ, Levine, BR y Grauer, JN (2016). ¿Cuánto difieren las tasas de eventos adversos entre la artroplastia total primaria y la de revisión? *The Journal of Arthroplasty* , 31 (3), 596–602. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2015.09.033>
- 7- Lavernia, CJ, Guzmán, JF, y Gachupin-García, A. (1997). Rentabilidad y calidad de vida en la artroplastia de rodilla. *Clinical Orthopaedics and Related Research* , 345 (345), 134–139. <https://doi.org/10.1097/00003086-199712000-00018>
- 8- Donovan, RL, Lostis, E., Jones, I. y Whitehouse, MR (2021). Estimación del volumen sanguíneo y la pérdida de sangre en el reemplazo total primario de cadera y rodilla: un análisis de fórmulas para cálculos perioperatorios y su capacidad para predecir la duración de la internación y los requisitos de transfusión sanguínea. *Journal of Orthopaedics* , 24 , 227–232. <https://doi.org/10.1016/j.jor.2021.03.004>
- 9- Culliford, D., Maskell, J., Judge, A., Cooper, C., Prieto-Alhambra, D., y Arden, NK (2015). Proyecciones futuras de la artroplastia total de cadera y rodilla en el Reino Unido: resultados del UK Clinical Practice Research Datalink. *Osteoarthritis and Cartilage* , 23 (4), 594–600. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2014.12.022>
- 10-Young, S. W., Marsh, D. J., Akhavani, M. A., Walker, C. G., & Skinner, J. A. (2008). Attitudes to blood transfusion post arthroplasty surgery in the United Kingdom: A national survey. *International Orthopaedics*, 32(3), 325–329. <https://doi.org/10.1007/s00264-007-0330-0>
- 11-Frisch, N. B., Wessell, N. M., Charters, M. A., Yu, S., Jeffries, J. J., & Silverton, C. D. (2014). Predictors and complications of blood transfusion in total hip and knee

- arthroplasty. *The Journal of Arthroplasty*, 29(9), 189–192.  
<https://doi.org/10.1016/j.arth.2014.03.048>
- 12- Tornero, E., Pereira, A., Basora, M., Lozano, L., Morata, L., Muñoz-Mahamud, E., Combalia, A., & Soriano, A. (2019). *Intraoperative transfusion of red blood cell units stored >14 days is associated with an increased risk of prosthetic joint infection*. *Journal of Bone and Joint Infection*, 4(2), 85–91. <https://doi.org/10.7150/jbji.30001>
- 13- Gibon, E., Courpied, J.-P., & Hamadouche, M. (2013). Total joint replacement and blood loss: what is the best equation? *International Orthopaedics*, 37(4), 735–739. <https://doi.org/10.1007/s00264-013-1801-0>
- 14- Price, A. J., Alvand, A., Troelsen, A., Katz, J. N., Hooper, G., Gray, A., Carr, A., & Beard, D. (2018). Knee replacement. *Lancet*, 392(10158), 1672–1682. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(18\)32344-4](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(18)32344-4)
- 15- Bayliss, LE, Culliford, D., Monk, AP, Glyn-Jones, S., Prieto-Alhambra, D., Judge, A., Cooper, C., Carr, AJ, Arden, NK, Beard, DJ y Price, AJ (2017). El efecto de la edad del paciente en el momento de la intervención sobre el riesgo de revisión del implante después de un reemplazo total de cadera o rodilla: un estudio de cohorte basado en la población. *Lancet*, 389 (10077), 1424–1430. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(17\)30059-4](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(17)30059-4)
- 16- Malviya, A., Martin, K., Harper, I., Muller, SD, Emmerson, KP, Partington, PF y Reed, MR (2011). Un programa de recuperación mejorada para el reemplazo de cadera y rodilla reduce la tasa de mortalidad: un estudio de 4500 reemplazos primarios consecutivos de cadera y rodilla. *Acta Orthopaedica*, 82 (5), 577–581. <https://doi.org/10.3109/17453674.2011.618911>
- 17- Tapasvi SR, Shekhar A, Patil SS, Dipane MV, Chowdhry M, McPherson EJ. *Comparison of Gap Balancing vs Measured Resection Technique in Patients Undergoing Simultaneous Bilateral Total Knee Arthroplasty: One Technique per Knee*. *J Arthroplasty*. marzo de 2020;35(3):732-40.
- 18- Vargas Martínez, B. P., Restrepo Chacón, A. K., & Alfaro Redondo, C. (2022). TÉCNICAS FISIOTERAPÉUTICAS MÁS UTILIZADAS EN LA ARTROPLASTIA TOTAL DE RODILLA Y CALIDAD DE SU EVIDENCIA: REVISIÓN SISTEMÁTICA 2010-2020. *Revista médica de la Universidad de Costa Rica*, 16(2), 27–45. <https://doi.org/10.15517/rmucr.v16i2.52867>
- 19- Wainwright TW, Gill M, McDonald DA, Middleton RG, Reed M, Sahota O, Yates P, Ljungqvist O (2020) *Declaración de consenso para la atención perioperatoria en la cirugía de reemplazo total de cadera y reemplazo total de rodilla: recomendaciones de la Sociedad de Recuperación Mejorada Después de la Cirugía (ERAS®)*. *Acta Orthop* 91, 3–19
- 20- Savaridas T, Serrano-Pedraza I, Khan SK, Martin K, Malviya A, Reed MR. Reduced medium-term mortality following primary total hip and knee arthroplasty with an enhanced recovery program: A study of 4,500 consecutive procedures. *Acta Orthop*. febrero de 2013;84(1):40-3.
- 21- Jeschke, E., Citak, M., Halder, A. M., Heller, K.-D., Niethard, F. U., Schröder, P., Zacher, J., Leicht, H., Malzahn, J., Günster, C., & Gehrke, T. (2022). Blood transfusion and venous thromboembolism trends and risk factors in primary and aseptic revision total hip and knee arthroplasties: A nationwide investigation of

- 736,061 cases. *Orthopaedics & Traumatology, Surgery & Research: OTSR*, 108(1), 102987. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2021.102987>
- 22-Osorio S, Reyes JF, Reyes Á, Muñoz SE. Sangrado perioperatorio en el reemplazo total de rodilla. *Rev Colomb Ortop Traumatol*. abril de 2022;36(2):103-9.
- 23-Andersen, K. V., Bak, M., Christensen, B. V., Harazuk, J., Pedersen, N. A., & Søballe, K. (2010). A randomized, controlled trial comparing local infiltration analgesia with epidural for total knee arthroplasty. *Acta Orthopaedica*, 81(5), 606–610. <https://doi.org/10.3109/17453674.2010.519165>
- 24-Sánchez Freytes, S. (2016). Técnicas de anestesia regional para analgesia postoperatoria en la cirugía de reemplazo total de rodilla. Artículo de revisión. *Revista argentina de anestesiología*, 74(2), 57–63. <https://doi.org/10.1016/j.raa.2016.09.003>
- 25-Andersen, K. V., Bak, M., Christensen, B. V., Harazuk, J., Pedersen, N. A., & Søballe, K. (2010). A randomized, controlled trial comparing local infiltration analgesia with epidural infusion for total knee arthroplasty. *Acta Orthopaedica*, 81(5), 606–610. <https://doi.org/10.3109/17453674.2010.519165>
- 26-Koga M, Maeda A, Morioka S. Description of pain associated with persistent postoperative pain after total knee arthroplasty. *Sci Rep*. 2 de julio de 2024;14(1):15217.
- 27-Khatib Y, Madan A, Naylor JM, Harris IA. Do Psychological Factors Predict Poor Outcome in Patients Undergoing TKA? A Systematic Review. *Clin Orthop*. agosto de 2015;473(8):2630-8.
- 28-Kim MS, Kim JJ, Kang KH, Kim MJ, In Y. *Diagnosis of Central Sensitization and Its Effects on Postoperative Outcomes following Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-Analysis. Diagnostics*. 17 de mayo de 2022;12(5):1248.
- 29-Feng J, Novikov D, Anoushiravani A, Schwarzkopf R. Total knee arthroplasty: improving outcomes with a multidisciplinary approach. *J Multidiscip Healthc*. enero de 2018;Volume 11:63-73.
- 30-Krishna Prasad G. Post-operative analgesia techniques after total knee arthroplasty: A narrative review. *Saudi J Anaesth*. 2020;14(1):85.
- 31-Riga M, Altsitzioglou P, Saranteas T, Mavrogenis AF. Enhanced recovery after surgery (ERAS) protocols for total joint replacement surgery. *SICOT-J*. 2023;9:E1.
- 32-Andersen KV, Bak M, Christensen BV, Harazuk J, Pedersen NA, Søballe K. A randomized, controlled trial comparing local infiltration analgesia with epidural infusion for total knee arthroplasty. *Acta Orthop*. octubre de 2010;81(5):606-10
- 33-Hijas-Gómez, A. I., Lucas, W. C., Checa-García, A., Martínez-Martín, J., Fahandezh-Saddi, H., Gil-de-Miguel, Á., Durán-Poveda, M., & Rodríguez-Caravaca, G. (2018). Surgical site infection incidence and risk factors in knee arthroplasty: A 9-year prospective cohort study at a university teaching hospital in Spain. *American Journal of Infection Control*, 46(12), 1335–1340. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2018.06.010>
- 34-Simon, S., & Hollenbeck, B. (2022b). Risk factors for surgical site infections in knee and hip arthroplasty patients. *American Journal of Infection Control*, 50(2), 214–216. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2021.11.006>
- 35-McDaniel, J. C., & Browning, K. K. (2014). Smoking, chronic wound healing, and implications for evidence-based practice. *Journal of Wound, Ostomy, and*

- Continence Nursing, 41(5), 415–423.  
<https://doi.org/10.1097/won.0000000000000057>
- 36-Agrawal S, Ingrande J, Said ET, Gabriel RA (2021) La asociación del tabaquismo preoperatorio con los resultados posoperatorios en pacientes sometidos a artroplastia total de cadera . J Arthroplasty 36 ( 3 ), 1029–1034.
- 37-Auroy Y, Narchi P, Messiah A, Litt L, Rouvier B, Samii K. Serious Complications Related to Regional Anesthesia. Anesthesiology. 1 de septiembre de 1997;87(3):479-86.
- 38-Borgeat A, EkatoDRAMIS G, Kalberer F, Benz C. *Acute and Nonacute Complications Associated with Interscalene Block and Shoulder Surgery. Anesthesiology.* 1 de octubre de 2001;95(4):875-80.
- 39-Selvamani BJ, Kalagara H, Volk T, Narouze S, Childs C, Patel A, et al. *Infectious complications following regional anesthesia: a narrative review and contemporary estimates of risk. Reg Anesth Pain Med.* 5 de junio de 2024;rapm-2024-105496.
- 40-Loftus RW, Brown JR, Koff MD, Reddy S, Heard SO, Patel HM, et al. Multiple Reservoirs Contribute to Intraoperative Bacterial Transmission. Anesth Analg. junio de 2012;114(6):1236-48.
- 41-Reisig F, Neuburger M, Zausig YA, Graf BM, Büttner J. Erfolgreiche Infektionskontrolle bei Regionalanästhesieverfahren: Verlaufsbeobachtung nach Einführung der DGAI-Hygieneempfehlungen. Anaesthesist. febrero de 2013;62(2):105-12.
- 42-Gutiérrez Guisado J. Profilaxis tromboembólica en cirugía ortopédica y traumatología. Rev Clínica Esp. noviembre de 2020;220:25-32.
- 43-Ahmed I, Chawla A, Underwood M, Price AJ, Metcalfe A, Hutchinson CE, et al. Time to reconsider the routine use of tourniquets in total knee arthroplasty surgery: an abridged version of a Cochrane systematic review and meta-analysis. Bone Jt J. mayo de 2021;103-B(5):830-9.
- 44-Fujita Y, Nakatsuka H, Namba Y, Mitani S, Yoshitake N, Sugimoto E, et al. The incidence of pulmonary embolism and deep vein thrombosis and their predictive risk factors after lower extremity arthroplasty: a retrospective analysis based on diagnosis using multidetector CT. J Anesth. Abril de 2015;29(2):235-41.
- 45-Cote MP, Chen A, Jiang Y, Cheng V, Lieberman JR. Persistent Pulmonary Embolism Rates Following Total Knee Arthroplasty Even With Prophylactic Anticoagulants. J Arthroplasty. diciembre 2017;32(12):3833-9.
- 46-Kakkos SK, Caprini JA, Geroulakos G, Nicolaidis AN, Stansby G, Reddy DJ. *Combined intermittent pneumatic leg compression and pharmacological prophylaxis for prevention of venous thromboembolism in high-risk patients.* En: The Cochrane Collaboration, editor. Cochrane Database of Systematic Reviews [Internet]. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2008 [citado 4 de noviembre de 2024]. p. CD005258.pub2. Disponible en: <https://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD005258.pub2>
- 47-Gropper MA, editor. Miller's anesthesia. Ninth edition. Philadelphia, PA: Elsevier; 2020.
- 48-Urgel Granados AC, Torres Campos A, Royo Agustín M, Rillo Lázaro A, Espallargas Donate MT, Castro Sauras Á. Influencia del ácido tranexámico intraarticular sobre el

- ahorro de costes y los resultados funcionales precoces en artroplastia total de rodilla. *Rev Esp Cir Ortopédica Traumatol.* julio de 2021;65(4):285-93.
- 49-Zhang Q, Dong J, Gong K, Li X, Zheng S, Wen T. [EFFECTS OF TOURNIQUET USE ON PERIOPERATIVE OUTCOME IN TOTAL KNEE ARTHROPLASTY]. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi Zhongguo Xiufu Chongjian Waike Zazhi Chin J Reparative Reconstr Surg.* Abril de 2016;30(4):421-5.
- 50-Alcelik I, Pollock RD, Sukeik M, Bettany-Saltikov J, Armstrong PM, Fisser P. A Comparison of Outcomes With and Without a Tourniquet in Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty.* marzo de 2012;27(3):331-40.
- 51-Zhang W, Li N, Chen S, Tan Y, Al-Aidaros M, Chen L. The effects of a tourniquet used in total knee arthroplasty: a meta-analysis. *J Orthop Surg.* diciembre 2014;9(1):13.
- 52-Ouabo, E. C., Gillain, L., Saithna, A., Blanchard, J., Siegrist, O., & Sonnery-Cottet, B. (2019). *Combined anatomic anterior cruciate and anterolateral ligament reconstruction with quadriceps tendon autograft and gracilis allograft through a single femoral tunnel. Arthroscopy Techniques, 8(8), e827–e834.*  
<https://doi.org/10.1016/j.eats.2019.03.021>
- 53-Aguilera -Roig X, Jordán-Sales M, Natera-Cisneros L, Monllau-García JC, Martínez-Zapata MJ. Ácido tranexámico en cirugía ortopédica. *Rev Esp Cir Ortopédica Traumatol.* enero de 2014;58(1):52-6.
- 54-Chen T ping, Chen Y min, Jiao J bao, Wang Y fei, Qian L gang, Guo Z, et al. Comparison of the effectiveness and safety of topical versus intravenous tranexamic acid in primary total knee arthroplasty: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Orthop Surg.* diciembre 2017;12(1):11.
- 55-Alshryda S, Sarda P, Sukeik M, Nargol A, Blenkinsopp J, Mason JM. Tranexamic acid in total knee replacement: A systematic review and meta-analysis. *J Bone Joint Surg Br.* diciembre de 2011;93-B(12):1577-85.
- 56-Zhang F, Wang K, Li FN, Huang X, Li Q, Chen Z, et al. Effectiveness of tranexamic acid in reducing blood loss in spinal surgery: a meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord.* diciembre de 2014;15(1):448.
- 57-Cheriyen T, Maier SP, Bianco K, Slobodyanyuk K, Rattenni RN, Lafage V, et al. Efficacy of tranexamic acid on surgical bleeding in spine surgery: a meta-analysis. *Spine J.* Abril de 2015;15(4):752-61.
- 58-Wei Z, Liu M. The effectiveness and safety of tranexamic acid in total hip or knee arthroplasty: a meta-analysis of 2720 cases. *Transfus Med.* junio de 2015;25(3):151-62.
- 59-King L, Randle R, Dare W, Bernaitis N. Comparison of oral vs. combined topical/intravenous/oral tranexamic acid in the prevention of blood loss in total knee arthroplasty: A randomised clinical trial. *Orthop Traumatol Surg Res.* octubre de 2019;105(6):1073-7.
- 60-Qiu J, Sun X, Zhang W, Ke X, Yang G, Zhang L. Effect of topical tranexamic acid in total hip arthroplasty patients who receive continuous aspirin for prevention of cardiovascular or cerebrovascular events: A prospective randomized study. *Orthop Traumatol Surg Res.* noviembre de 2019;105(7):1327-32.

- 61-Fillingham YA, Ramkumar DB, Jevsevar DS, Yates AJ, Shores P, Mullen K, et al. The Efficacy of Tranexamic Acid in Total Knee Arthroplasty: A Network Meta-Analysis. *J Arthroplasty*. octubre de 2018;33(10):3090-3098.e1.
- 62-Rehman SFU, Bagga T, Saqib N, Asim SJ, Sharif K. Paper 101: Use of Tranexamic Acid vs. Post Op Cell Salvage in Reducing Blood Loss After Total Knee Replacement Surgery. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg*. Setiembre de 2012;28(9):e393-4.
- 63- Roqués-Escolar, V., & Molina-Garrigós, P. (2024). The periarticular vasoconstrictor infiltration technique (PVI) for total knee and hip arthroplasty. A brief description of a new technique complemented by audiovisual presentations. *Journal of Clinical Anesthesia*, 92(111284), 111284. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2023.111284>
- 64-Sessler DI, Bloomstone JA, Aronson S, Berry C, Gan TJ, Kellum JA, et al. Perioperative Quality Initiative consensus statement on intraoperative blood pressure, risk and outcomes for elective surgery. *Br J Anaesth*. mayo de 2019;122(5):563-74.
- 65-Yi J, Liang H, Song R, Xia H, Huang Y (2018) Mantener la normotermia intraoperatoria reduce la pérdida de sangre en pacientes sometidos a operaciones importantes: un ensayo clínico piloto aleatorizado y controlado. *BMC Anesthesiol* 18 , 126.
- 66-Chacón Abba, R. (2021). Hipotermia perioperatoria. *Revista chilena de anestesia*, 50(1). <https://doi.org/10.25237/revchilanestv50n01-05>
- 67-Andersen LØ, Kehlet H. Analgesic efficacy of local infiltration analgesia in hip and knee arthroplasty: a systematic review. *Br J Anaesth*. septiembre de 2014;113(3):360-74.
- 68-Kehlet H. Fast-track hip and knee arthroplasty. *The Lancet*. mayo de 2013;381(9878):1600-2.
- 69-Urman R, Vadivelu N, Mitra S, Kodumudi V, Kaye A, Schermer E. Preventive analgesia for postoperative pain control: a broader concept. *Local Reg Anesth*. abril de 2014;17.
- 70-Turnbull Z, Sastow D, Giambone G, Tedore T. Anesthesia for the patient undergoing total knee replacement: current status and future prospects. *Local Reg Anesth*. marzo de 2017;Volume 10:1-7.
- 71-People, E. (2022, setiembre 27). *Summary recommendations*. ESRA. <https://esraeurope.org/prospect/procedures/total-knee-arthroplasty-2020/summary-recommendations-26/>
- 72-Qi B Chang, Yu J, Qiao W song. Comparison of intrathecal morphine versus local infiltration analgesia for pain control in total knee and hip arthroplasty: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 4 de setiembre de 2020;99(36):e21971.
- 73-Spreng UJ, Dahl V, Hjal A, Fagerland MW, Ræder J. High-volume local infiltration analgesia combined with intravenous or local ketorolac+morphine compared with epidural analgesia after total knee arthroplasty. *Br J Anaesth*. noviembre de 2010;105(5):675-82.
- 74-Thorsell M, Holst P, Hyldahl HC, Weidenhielm L. Pain Control After Total Knee Arthroplasty: A Prospective Study Comparing Local Infiltration Anesthesia and Epidural Anesthesia. *Orthopedics*. febrero de 2010;33(2):75-80.

- 75-Mugabure Bujedo B. A Clinical Approach to Neuraxial Morphine for the Treatment of Postoperative Pain. *Pain Res Treat.* 2 de julio de 2012;2012:1-11.
- 76-Tang Y, Tang X, Wei Q, Zhang H. Intrathecal morphine versus femoral nerve block for pain control after total knee arthroplasty: a meta-analysis. *J Orthop Surg.* diciembre de 2017;12(1):125.
- 77-Roques Escolar V, Oliver-Fornies P, Fajardo Perez M. *Periarticular vasoconstrictor infiltration: a novel technique for chemical vasoconstriction in major orthopaedic surgery.* *Br J Anaesth.* octubre de 2022;129(4):e97-100
- 78-Hu B, Lin T, Yan SG, Tong SL, Yu JH, Xu JJ, et al. Local Infiltration Analgesia Versus Regional Blockade for Postoperative Analgesia in Total Knee Arthroplasty: A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Pain Physician.* mayo de 2016;19(4):205-14.
- 79-Carli, F., Clemente, A., Asenjo, J. F., Kim, D. J., Mistraretti, G., Gomarasca, M., Morabito, A., & Tanzer, M. (2010). Analgesia and functional outcome after total knee arthroplasty: periarticular infiltration vs continuous femoral nerve block. *British Journal of Anaesthesia*, 105(2), 185–195. <https://doi.org/10.1093/bja/aeq112>
- 80-Toftdahl, K., Nikolajsen, L., Haraldsted, V., Madsen, F., Tønnesen, E. K., & Søballe, K. (2007). Comparison of peri- and intraarticular analgesia with femoral nerve block after total knee arthroplasty: A randomized clinical trial. *Acta Orthopaedica*, 78(2), 172–179. <https://doi.org/10.1080/17453670710013645>
- 81-Affas, F., Nygård, E.-B., Stiller, C.-O., Wretenberg, P., y Olofsson, C. (2011). Control del dolor después de una artroplastia total de rodilla: un ensayo aleatorizado que compara la anestesia de infiltración local y el bloqueo femoral continuo. *Acta Orthopaedica*, 82 (4), 441–447. <https://doi.org/10.3109/17453674.2011.581264>
- 82-Koh, I. J., Kang, Y. G., Chang, C. B., Do, S.-H., Seong, S. C., & Kim, T. K. (2012). *Does periarticular injection have additional pain-relieving effects during contemporary multimodal pain control protocols for TKA?: A randomised, controlled study.* *The Knee*, 19(4), 253–259. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2011.03.007>
- 83-Essving, P., Axelsson, K., Åberg, E., Spännar, H., Gupta, A., & Lundin, A. (2011). Local infiltration analgesia versus intrathecal morphine for postoperative pain management after total knee arthroplasty: A randomized controlled trial. *Anesthesia and Analgesia*, 113(4), 926–933. <https://doi.org/10.1213/ane.0b013e3182288deb>
- 84-Morrison, R. S., Dickman, E., Hwang, U., Akhtar, S., Ferguson, T., Huang, J., Jeng, C. L., Nelson, B. P., Rosenblatt, M. A., Silverstein, J. H., Strayer, R. J., Torrillo, T. M., & Todd, K. H. (2016). Regional nerve blocks improve pain and functional outcomes in hip fracture: A randomized controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 64(12), 2433–2439. <https://doi.org/10.1111/jgs.14386>
- 85-Boselli, E., Hopkins, P., Lamperti, M., Estèbe, J.-P., Fuzier, R., Biasucci, D. G., Disma, N., Pittiruti, M., Traškaitė, V., Macas, A., Breschan, C., Vailati, D., & Subert, M. (2021). *European Society of Anaesthesiology and Intensive Care Guidelines on peri-operative use of ultrasound for regional anaesthesia (PERSEUS regional anaesthesia): Peripheral nerves blocks and neuraxial anaesthesia.* *European Journal of Anaesthesiology*, 38(3), 219–250. <https://doi.org/10.1097/eja.0000000000001383>
- 86-Ma J, Gao F, Sun W, Guo W, Li Z, Wang W. Combined adductor canal block with periarticular infiltration versus periarticular infiltration for analgesia after total knee arthroplasty. *Medicine (Baltimore).* diciembre de 2016;95(52):e5701.

- 87-Ilfeld, B. M., Duke, K. B., & Donohue, M. C. (2010). The association between lower extremity continuous peripheral nerve blocks and patient falls after knee and hip arthroplasty. *Anesthesia and Analgesia*, 111(6), 1552–1554.  
<https://doi.org/10.1213/ane.0b013e3181fb9507>
- 88-Shah NA, Jain NP. Is Continuous Adductor Canal Block Better Than Continuous Femoral Nerve Block After Total Knee Arthroplasty? Effect on Ambulation Ability, Early Functional Recovery and Pain Control: A Randomized Controlled Trial. *J Arthroplasty*. noviembre de 2014;29(11):2224-9.
- 89-Cerati, G., Corso, R. M., Fossati, N., & Stamenkovic, D. (2024). Pros and cons of an adductor canal block for postoperative analgesia in a pediatric patient after patella fracture fixation: a case report. *JCA Advances*, 1(3–4), 100053.  
<https://doi.org/10.1016/j.jcadva.2024.100053>
- 90-NYSORA. (2021, julio 5). Bloqueos de nervios geniculares. NYSORA.  
<https://www.nysora.com/es/t%C3%A9cnicas/extremidad-baja/Nysora-com-bloqueos-nerviosos-geniculares/>
- 91-González Sotelo V, Maculé F, Minguell J, Bergé R, Franco C, Sala-Blanch X. *Bloqueo ecoguiado de los nervios geniculados en el manejo analgésico de la artroplastia de rodilla: descripción de la técnica y resultados clínicos preliminares*. *Rev Esp Anestesiología y Reanimación*. diciembre de 2017;64(10):568-76.
- 92-Marisa Ortiz. Comparación de la eficacia analgésica del bloqueo de los nervios geniculados guiado por ecografía versus infiltración local periarticular transoperatoria en pacientes operados de artroplastía total de rodilla durante los meses de febrero a junio del año 2022 en el Hospital San Juan de Dios [Trabajo Final de Graduación sometido a la consideración del comité de la Especialidad en Anestesiología y Recuperación para optar por el grado y título de Especialista en Anestesiología y Recuperación]. Universidad de Costa Rica; 2022.
- 93-Ohgoshi, Y., Matsutani, M., & Kubo, E. N. (2019). Use of IPACK block with continuous femoral triangle block for total knee arthroplasty: A clinical experience. *Journal of Clinical Anesthesia*, 54, 52–54.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2018.10.045>
- 94-Ryan SP, Kildow BJ, Tan TL, Parvizi J, on behalf of the American Association of Hip and Knee Surgeons Research Committee, Bolognesi MP, et al. Is There a Difference in Infection Risk Between Single and Multiple Doses of Prophylactic Antibiotics? A Meta-analysis. *Clin Orthop*. julio de 2019;477(7):1577-90.
- 95-Zhang J, Chen Z, Zheng J, Breusch SJ, Tian J (2015) Factores de riesgo de tromboembolia venosa después de artroplastia total de cadera y rodilla: un metanálisis . *Arch Orthop Trauma Surg* 135 , 759–772.
- 96-Núñez JH, Moreira F, Escudero-Cisneros B, Martínez-Peña J, Bosch-García D, Anglès F, et al. Riesgo de tromboembolismo venoso en la trombopprofilaxis entre aspirina y heparinas de bajo peso molecular tras una artroplastia total de cadera o artroplastia total de rodilla. Revisión sistemática y metaanálisis. *Rev Esp Cir Ortopédica Traumatol*. julio de 2024;68(4):409-21.
- 97- Cardinalhealth.es. Recuperado el 19 de noviembre de 2024, de [https://www.cardinalhealth.es/es\\_es/medical-products/patient-care/mechanical-compression/kendall-scd-compression-system.html](https://www.cardinalhealth.es/es_es/medical-products/patient-care/mechanical-compression/kendall-scd-compression-system.html)
- 98-Guerra, M. L., Singh, P. J., & Taylor, N. F. (2015). Early mobilization of patients who have had a hip or knee joint replacement reduces length of stay in hospital: a

- systematic review. *Clinical Rehabilitation*, 29(9), 844–854.  
<https://doi.org/10.1177/0269215514558641>
- 99- Kort, N. P., Bemelmans, Y. F. L., van der Kuy, P. H. M., Jansen, J., & Schotanus, M. G. M. (2017). Patient selection criteria for outpatient joint arthroplasty. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: Official Journal of the ESSKA*, 25(9), 2668–2675.  
<https://doi.org/10.1007/s00167-016-4140-z>
- 100- McDonald S, Page MJ, Beringer K, Wasiak J, Sprowson A. *Preoperative education for hip or knee replacement*. *Cochrane Musculoskeletal Group*, editor. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 13 de mayo de 2014 [citado 11 de agosto de 2024];2015(9). Disponible en:  
<http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD003526.pub3>
- 101- Agrawal S, Ingrande J, Said ET, Gabriel RA (2021) La asociación del tabaquismo preoperatorio con los resultados posoperatorios en pacientes sometidos a artroplastia total de cadera . *J Arthroplasty* 36 ( 3 ), 1029–1034.
- 102- Buvanendran A, Kroin JS, Tuman KJ, Lubenow TR, Elmofty D, Moric M, Rosenberg AG (2003) Efectos de la administración perioperatoria de un inhibidor selectivo de la ciclooxigenasa 2 en el tratamiento del dolor y la recuperación de la función después del reemplazo de rodilla: un ensayo controlado aleatorizado . *JAMA* 290 , 2411–2418.
- 103- Pu X, Sun J Ming. *General anesthesia vs spinal anesthesia for patients undergoing total-hip arthroplasty: A meta-analysis*. *Medicine* (Baltimore). Abril de 2019;98(16):e14925.
- 104- Klein, A. (1987). The tumescent technique for liposuction surgery. *Am J Cosmet Surg*; 4: pp. 263-267.
- 105- Kurtzman JS, Etcheson JI, Koehler SM. Wide-awake Local Anesthesia with No Tourniquet: An Updated Review. *Plast Reconstr Surg - Glob Open*. 26 de marzo de 2021;9(3):e3507.
- 106- Khudr J, Hughes L, Younis F. The what, why and when of wide awake local anaesthesia no tourniquet surgery. *Br J Hosp Med*. 2 de enero de 2022;83(1):1-10.
- 107- Nordström H, Stånge K. Plasma lidocaine levels and risks after liposuction with tumescent anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand*. noviembre de 2005;49(10):1487-90.
- 108- Neal JM, Neal EJ, Weinberg GL. American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Local Anesthetic Systemic Toxicity checklist: 2020 version. *Reg Anesth Pain Med*. enero de 2021;46(1):81-2.
- 109- Fenten MGE, Bakker SMK, Touw DJ, Van Den Bemt BJB, Scheffer GJ, Heesterbeek PJC, et al. Pharmacokinetics of 400 mg ropivacaine after periarticular local infiltration analgesia
- 110- Lalonde, D. (2014). Minimally invasive anesthesia in Wide Awake hand surgery. *Hand Clinics*, 30(1), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.hcl.2013.08.015>
- 111- Azar FM, Canale ST, Beatty JH, editores. *Campbell's operative orthopaedics*. 14.a ed. Philadelphia: Elsevier; 2021.

- 112- Lalonde, D. (2016). *Wide Awake hand surgery* (Donald Lalonde, Ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780429258848>
- 113- Miller, C., Rhodus, N. L., Treister, N. S., Stoopler, E. T., & Kerr, A. R. (2023). *Little and falace's dental management of the medically compromised patient - E-book* (10a ed.). Mosby. <https://books.google.at/books?id=G8CrEAAAQBAJ>
- 114- Talaie, R., Torkian, P., & Golzarian, J. (2023). Knee and shoulder vascular anatomy. *Techniques in Vascular and Interventional Radiology*, 26(1), 100877. <https://doi.org/10.1016/j.tvir.2022.100877>
- 115- Sebastian MP, Roques V. #35862 Periarticular vasoconstrictor infiltration ultrasound-guided technique for total knee arthroplasty. A case series. En: *Peripheral nerve blocks* [Internet]. BMJ Publishing Group Ltd; 2023 [citado 16 de noviembre de 2024]. p. A286.2-A287. Disponible en: <https://rapm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/rapm-2023-ESRA.544>
- 116- Espinoza, M. (2011). Técnica aséptica y Bloqueos de Nervio Periférico. *Revista Chilena de Anestesia*. <https://revistachilenadeanestesia.cl/tecnica-aseptica-y-bloqueos-de-nervio-periferico/>
- 117- Salhotra, R., & Sharma, J. (2012). Tourniquets in orthopedic surgery. *Indian Journal of Orthopaedics*, 46(4), 377. <https://doi.org/10.4103/0019-5413.98824>
- 118- Li, Y., & Wang, J. (2019). Efficacy of aminocaproic acid in the control of bleeding after total knee and hip arthroplasty. *Medicine*, 98(9), e14764. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000014764>
- 119- Herruzo Cabrera, R. (2010). Prevención de la infección de localización quirúrgica, según un bundle modificado. *Revista Española de Cirugía Ortopédica Y Traumatología*, 54(5), 265–271. <https://doi.org/10.1016/j.recot.2010.06.004>
- 120- Afshari, A., Fenger-Eriksen, C., Monreal, M., & Verhamme, P. (2018). European guidelines on perioperative venous thromboembolism prophylaxis: Mechanical prophylaxis. *European Journal of Anaesthesiology*, 35(2), 112–115. <https://doi.org/10.1097/eja.0000000000000726>
- 121-