



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA

## Bloqueo del plano de la fascia clavipectoral:

Estudio anatómico aplicado a la anestesia regional  
y sus diferentes estrategias anestésicas y analgésicas

Hipólito Labandeyra-Gonzalez



Aquesta tesi doctoral està subjecta a la llicència **Reconeixement- NoComercial 4.0. Espanya de Creative Commons**.

Esta tesis doctoral está sujeta a la licencia **Reconocimiento - NoComercial 4.0. España de Creative Commons**.

This doctoral thesis is licensed under the **Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0. Spain License**.



---

# BLOQUEO DEL PLANO DE LA FASCIA CLAVIPECTORAL:

---

ESTUDIO ANATÓMICO APLICADO A LA ANESTESIA REGIONAL Y  
SUS DIFERENTES ESTRATEGIAS ANESTÉSICAS Y ANALGÉSICAS

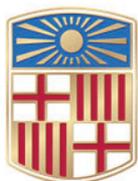


Memoria de tesis doctoral presentada por Hipólito Labandeyra-Gonzalez para  
optar al grado de doctor por la Universidad de Barcelona

Dirigida y Tutorizada por Alberto Prats-Galino, Catedrático de Anatomía y  
Embriología Humana de la Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud de la  
Universidad de Barcelona

Programa de Doctorado en Medicina e Investigación Traslacional

Línea de investigación: Fisiopatología de las enfermedades medicoquirúrgicas



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA

FACULTAD DE MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD.  
UNIVERSIDAD DE BERCELONA  
SEPTIEMBRE DE 2024

## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a mi director y tutor de tesis, el Dr. Alberto Prats-Galino, por su guía y apoyo incondicional durante todo el proceso de investigación, así como por sus valiosos consejos y orientación en la redacción de esta tesis. Mi gratitud se extiende a mis compañeros del Laboratorio de Neuroanatomía Quirúrgica (LSNA) de la Unidad de Anatomía y Embriología Humana de la Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud de la Universidad de Barcelona, quienes me han brindado su amistad y colaboración en todo momento.

Agradezco profundamente al Dr. Luis Fernando Valdés-Vilches, gran amigo y profesor, quien ha sido un apoyo clave en mi crecimiento profesional y formó parte del equipo de investigación para llevar a cabo esta tesis. También quiero expresar mi gratitud al Dr. Vicente Roqués-Escolar, amigo y profesor, quien me acompañó en los primeros pasos en el mundo de la anestesia regional, y al Dr. Miguel Ángel Reina Pertiocne, amigo y profesor, quien ha sido un guía constante en mi desarrollo académico. Con cada uno de ellos he compartido momentos inolvidables, tanto profesionales como personales, y siempre han demostrado una generosidad y disposición únicas para acompañarme en este camino.

Quiero expresar una mención especial de gratitud a mi querido amigo y profesor, el Dr. Xavier Sala-Blanch. Su influencia ha sido inigualable en mi formación, no solo académica sino también personal. Juntos hemos compartido innumerables horas de investigación y aprendizaje, siempre con su guía sabia y paciente, que me ha inspirado a crecer profesionalmente y a ser mejor persona. Su capacidad de combinar la rigurosidad académica con una cercanía humana única, creando un ambiente de amistad y camaradería, ha hecho de nuestra colaboración una experiencia invaluable. Aprecio profundamente los momentos compartidos, ya sea en el ámbito de la anatomía, en cursos, congresos o incluso en conversaciones relajadas fuera del ámbito académico. Xavier no solo ha sido un mentor excepcional, sino un verdadero amigo cuya humildad, generosidad y pasión han dejado una huella imborrable en mi vida.

A mi familia y amigos, gracias por su amor y apoyo inquebrantable. Un agradecimiento especial a mi esposa, Samanta Marisol Cisneros-Rodríguez, por su valiosa asistencia en el diseño de las figuras de los artículos publicados, que han sido fundamentales para la presentación de esta tesis.

Finalmente, quiero agradecer a la Universidad de Barcelona y al Laboratorio de Neuroanatomía Quirúrgica (LSNA) de la Unidad de Anatomía y Embriología Humana de la Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud de la Universidad de Barcelona, por proporcionar los recursos y el entorno necesario para llevar a cabo esta investigación.

## **FINANCIACIÓN**

Este trabajo de investigación no ha recibido ninguna financiación específica de agencias de financiación en los sectores público, comercial o sin ánimo de lucro.

# ÍNDICE

## Contenido

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS.....	1
TESIS EN FORMATO DE COMPENDIO DE PUBLICACIONES.....	2
Artículo 1.....	2
Artículo 2.....	2
Artículo 3.....	3
INTRODUCCIÓN.....	4
Epidemiología de las Fracturas de Clavícula.....	4
Causas y Mecanismos de Lesión.....	5
Traumatismos Indirectos.....	5
Traumatismos Directos.....	6
Tratamiento de las Fracturas de Clavícula.....	6
Manejo Conservador.....	7
Manejo Quirúrgico.....	8
Indicaciones Quirúrgicas.....	8
Técnicas Quirúrgicas.....	9
Complicaciones del Tratamiento.....	10
Complicaciones del Tratamiento Conservador.....	11
Complicaciones del Tratamiento Quirúrgico.....	11
Lesiones Concomitantes en Fracturas de Clavícula.....	12
Anestesia en Fracturas de Clavícula.....	16
Anestesia en la Resolución Quirúrgica de las Fracturas de Clavícula.....	16
Gold Standard: Bloqueo del Plexo Braquial Interscalénico (BPBI).....	17
Complicaciones de la anestesia.....	18
Anestesia en Fracturas de Clavícula con Lesiones Concomitantes.....	19
Innovación en Anestesia Regional para Fracturas de Tercio Medio Clavicular.....	20
Fascia de la axila.....	28
Fascia clavipectoral (CPF).....	29
Fascia Axilar y Neurovascular.....	32
Fascia Pectoral.....	36

HIPÓTESIS.....	42
OBJETIVOS.....	43
MATERIAL Y MÉTODOS, RESULTADOS.....	44
Bloqueo del plano de la fascia clavipectoral: un estudio anatómico.....	44
Bloqueo del plano de la fascia clavipectoral en fracturas de la clavícula media: Un estudio cadavérico.....	50
Bloqueo Medioclavicular: Un estudio anatómico.....	56
DISCUSIÓN.....	66
CONCLUSIONES.....	79
BIBLIOGRAFÍA.....	80

## ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

Bloqueo del plexo braquial interescalénico (BPBI)

Fascia Clavipectoral (CPF)

Bloqueo del plano de la fascia clavipectoral (CPB)

Bloqueo del plexo cervical superficial (BPCS)

Plexo cervical superficial (PCS)

Músculo subclavio (MS)

Escala visual analógica (EVA)

## TESIS EN FORMATO DE COMPENDIO DE PUBLICACIONES

La tesis consta de objetivos y artículos

### Artículo 1

Título: Clavipectoral fascia plane block spread: an anatomical study

Autores: Hipólito Labandeyra, Cristina Heredia-Carques, José Cros Campoy, Luis Fernando Váldez-Vilches, Alberto Prats-Galino, Xavier Sala-Blanch

Revista: Regional Anesthesia and Pain Medicine

Año: 2024

Volumen: 49

Páginas: 368–372

DOI: 10.1136/rapm-2023-104785

Factor de impacto (2023): 5.1

Quartil: Q1

### Artículo 2

Título: Clavipectoral fascia plane block in midshaft clavicle fractures: A cadaveric study

Autores: Hipólito Labandeyra, Cristina Heredia, Luis Fernando Váldez-Vilches, Alberto Prats-Galino, Xavier Sala-Blanch

Revista: Journal of Clinical Anesthesia

Año: 2024

Volumen: 96

Páginas: 111469

DOI: 10.1016/j.jclinane.2024.111469

Factor de impacto (2023): 5.0

Quartil: Q1

### Artículo 3

Título: Midclavicle block: An anatomical study

Autores: Hipólito Labandeyra, Luis Fernando Váldez-Vilches, Alberto Prats-Galino, Xavier Sala-Blanch

Revista: European Journal of Anesthesiology

Año: 2024

“In press”

Factor de impacto (2023): 4.2

Quartil: Q1

# INTRODUCCIÓN

## Epidemiología de las Fracturas de Clavícula

Las fracturas de clavícula representan el 44% de todas las fracturas de la cintura escapular y entre el 2.6% y el 3.3% de todas las fracturas ortopédicas<sup>1</sup>. Esta lesión es común entre todas las edades y constituye una fuente significativa de morbilidad tanto para cirujanos ortopédicos como generales<sup>1</sup>.

Las causas más frecuentes de las fracturas de clavícula son los accidentes de tráfico y las caídas accidentales, seguidas por actividades deportivas<sup>1</sup>. Dado el tipo de trauma que conlleva estas fracturas, es frecuente encontrar lesiones asociadas que pueden no estar limitadas a fracturas, esguinces o dislocaciones. En los casos donde múltiples sistemas orgánicos están involucrados, los riesgos de complicaciones y de cirugías adicionales aumentan considerablemente<sup>1</sup>.

En este contexto, resulta relevante mencionar el estudio de Van Tassel et al.<sup>2</sup> en el año 2013, analiza la incidencia de las fracturas de clavícula relacionadas con actividades deportivas usando la base de datos del National Electronic Injury Surveillance System. Durante un período de cinco años (2002-2006), se identificaron 9,428 fracturas de clavícula, lo que representa una incidencia estimada de 24.4 fracturas por cada 100,000 personas-año en los Estados Unidos. Los hombres eran casi tres veces más propensos a sufrir una fractura de clavícula que las mujeres. Las actividades deportivas contribuyeron al 45% de todas las fracturas de clavícula, siendo el ciclismo la causa más común (16%), seguido por el fútbol americano (12%) y el fútbol soccer (6%)<sup>2</sup>.

Este fenómeno no es exclusivo de una región en particular; entre 2006 y 2015, se diagnosticaron 70,872 fracturas de clavícula en Bélgica<sup>3</sup>. Estos diagnósticos se distribuyeron entre 23,357 mujeres (33%) y 47,515 hombres (67%). La incidencia total de fracturas durante este período aumentó en un 123% (de 57.3 por 100,000 personas/año a 70.2 por 100,000 personas/año)<sup>3</sup>. Este aumento fue cierto tanto para pacientes masculinos (aumento del 120%: de 78.4 por 100,000 personas/año en 2006 a 94.6 por 100,000 personas/año en 2015) como para pacientes femeninos (aumento del 125%: de 37.1 por 100,000 personas/año en 2006 a 46.6 por 100,000 personas/año en 2015)<sup>3</sup>. La incidencia de fracturas aumentó en todos los

grupos de edad entre 2006 y 2015; sin embargo, el aumento en la incidencia entre pacientes masculinos y femeninos fue diferente. Para los pacientes masculinos, la incidencia ajustada por edad aumentó en todos los grupos de edad, y los mayores aumentos se observaron en la población menor de 20 años y mayor de 70 años. El aumento en la población femenina solo se observó en los grupos de edad mayores de 70 años<sup>3</sup>.

En un análisis complementario sobre las lesiones claviculares, el estudio de Mustafa Sinan Bakir et al. <sup>4</sup> en el año 2019 revela que las lesiones mediales de la clavícula son más comunes de lo que se había estimado previamente, representando el 12.5% de todas las lesiones claviculares en Alemania<sup>4</sup>.

### Causas y Mecanismos de Lesión

Las fracturas de clavícula son lesiones comunes de la cintura escapular, representando entre el 2.6% y el 10% de todas las fracturas. Estas lesiones se pueden clasificar según su mecanismo de lesión en lesiones ocurridas por traumatismos indirectos y lesiones ocasionadas por traumatismos directos, siendo los más comunes los traumatismos indirectos<sup>5</sup>.

#### Traumatismos Indirectos

Los traumatismos indirectos son responsables de la mayoría de las fracturas de clavícula. Estos ocurren cuando la energía del impacto se transmite a la clavícula a través de otras estructuras corporales. Entre los mecanismos más frecuentes se encuentran:

Caídas sobre el brazo extendido: Este mecanismo es particularmente común en accidentes deportivos y actividades recreativas. Durante la caída, el individuo extiende el brazo en un intento de amortiguar el impacto, lo que transfiere la fuerza resultante a la clavícula y provoca la fractura. Estadísticamente, este es el mecanismo más frecuente para este tipo de fracturas<sup>5</sup>.

Caídas sobre el hombro: En este caso, el impacto directo sobre el hombro transfiere la energía a la clavícula, ocasionando la fractura. Este tipo de lesión es frecuente en deportes de contacto y accidentes de bicicleta<sup>5</sup>.

## Traumatismos Directos

Aunque son menos comunes que los traumatismos indirectos, los traumatismos directos pueden ser una causa significativa de fracturas de clavícula. Estos ocurren cuando una fuerza externa impacta directamente sobre el área afectada, causando daño en el punto de contacto. Ejemplos de este tipo de traumatismos incluyen:

Impactos directos sobre la clavícula: Este mecanismo suele ocurrir en accidentes de tráfico, donde la clavícula puede recibir un golpe directo del volante o el cinturón de seguridad. También es común en deportes de contacto, como el rugby o el fútbol americano, donde los jugadores pueden recibir golpes directos en la clavícula<sup>5</sup>.

## Tratamiento de las Fracturas de Clavícula

En los últimos años, ha habido un aumento significativo en la tendencia a operar las fracturas de clavícula, especialmente en aquellos casos que presentan desplazamiento o fracturas complejas, en comparación con el tratamiento conservador tradicional. Históricamente, la mayoría de las fracturas de clavícula se trataban de manera conservadora, utilizando un cabestrillo o un vendaje en forma de ocho, debido a que estas fracturas solían cicatrizar bien sin necesidad de intervención quirúrgica. Sin embargo, investigaciones recientes han demostrado que ciertos tipos de fracturas, particularmente las desplazadas o aquellas que ocurren en el tercio medio de la clavícula, pueden beneficiarse más de un tratamiento quirúrgico<sup>3,5,6</sup>.

El aumento en la indicación de cirugía para las fracturas de clavícula se debe a varios factores. En primer lugar, la cirugía permite una reducción más precisa de los fragmentos óseos, lo que facilita una mejor alineación y, en consecuencia, una recuperación más rápida y funcional. Además, las fracturas desplazadas tienen un mayor riesgo de no unión o consolidación defectuosa cuando se tratan de forma conservadora, por lo que la intervención quirúrgica reduce significativamente este riesgo<sup>3,5,6</sup>.

Otro beneficio de la cirugía es la mejora en los resultados funcionales, especialmente en pacientes que tienen un alto nivel de actividad física o que requieren una recuperación más rápida, como es el caso de los atletas. Estos pacientes suelen experimentar una mayor

satisfacción con el tratamiento quirúrgico debido a la rapidez con la que pueden retornar a sus actividades previas<sup>3,5,6</sup>.

Si bien el tratamiento conservador sigue siendo una opción válida y efectiva para fracturas simples o no desplazadas, así como para aquellos pacientes que presentan contraindicaciones para la cirugía, las mejoras en las técnicas quirúrgicas han reducido el riesgo de complicaciones, lo que ha hecho que la intervención quirúrgica se prefiera en muchos casos<sup>3,5,6</sup>.

En resumen, aunque el tratamiento conservador sigue siendo común para las fracturas no complicadas, la cirugía ha ganado terreno como opción preferida en el manejo de las fracturas de clavícula desplazadas, debido a sus mejores resultados en términos de alineación, tasa de curación y recuperación funcional. La decisión entre tratamiento quirúrgico o conservador debe individualizarse, teniendo en cuenta el tipo de fractura, la edad del paciente, su nivel de actividad y sus expectativas respecto a la recuperación<sup>3,5,6</sup>.

### Manejo Conservador

El tratamiento conservador generalmente implica la inmovilización funcional de la clavícula para permitir una correcta consolidación inicial y minimizar el dolor. Las estrategias de inmovilización incluyen el uso de cabestrillo y vendaje en ocho. El cabestrillo es una de las opciones más comunes para la inmovilización de fracturas de clavícula, proporcionando soporte al brazo y ayudando a mantener la clavícula en una posición adecuada para la curación. El vendaje en ocho envuelve los hombros en una figura de ocho, proporcionando estabilidad adicional a la clavícula, aunque puede ser menos cómodo para algunos pacientes y requiere ajustes regulares para mantener su efectividad<sup>5</sup>.

La duración recomendada de la inmovilización varía según la severidad de la fractura y la edad del paciente. En adultos, se recomienda una inmovilización de al menos tres semanas para asegurar una correcta consolidación inicial de la fractura. Durante este tiempo, es crucial evitar actividades que puedan poner tensión en la clavícula. En niños, la inmovilización puede ser más corta debido a su mayor capacidad de curación, generalmente recomendándose dos semanas en niños más pequeños y hasta cuatro semanas en adolescentes<sup>5</sup>.

## Manejo Quirúrgico

El tratamiento quirúrgico ha ganado prominencia, especialmente para las fracturas desplazadas del tercio medio y las fracturas laterales complejas<sup>3</sup>. Herteleer et al. en el año 2018 observaron que la tasa de tratamientos quirúrgicos de las fracturas de clavícula en Bélgica aumentó un 190% entre 2006 y 2015. El incremento fue más notable en hombres jóvenes y adultos (20-69 años), mientras que en mujeres el aumento se observó principalmente en las mayores de 70 años<sup>3</sup>. Wurm et al. enfatizan que la estabilización quirúrgica puede reducir significativamente el riesgo de no unión, lo que aumenta la importancia de esta intervención<sup>5</sup>. El tratamiento quirúrgico ha evolucionado significativamente en la última década, ofreciendo diversas técnicas y estrategias adaptadas a las necesidades de cada paciente<sup>6</sup>.

## Indicaciones Quirúrgicas

### 1. Fracturas del Tercio Medio

- Indicaciones:
  - Desplazamiento mayor de 2 cm<sup>6</sup>.
  - Fracturas abiertas que comprometen la piel<sup>6</sup>.
  - Fracturas con complicaciones neurovasculares<sup>6</sup>.
  - Impactación del hombro, donde el hueso se incrusta en la cavidad articular<sup>6</sup>.
  - Hombro flotante, donde hay una dislocación simultánea de la clavícula y la escápula<sup>6</sup>.

### 2. Fracturas Laterales (Distales)

- Indicaciones:
  - Fracturas Neer II, donde se produce un desgarro del ligamento coracoclavicular<sup>6</sup>.
  - Fracturas inestables que no mantienen su posición anatómica<sup>6</sup>.
  - Fracturas con alto riesgo de no unión debido a la localización y naturaleza del trauma<sup>6</sup>.

### 3. Fracturas Mediales (Proximales)

- Indicaciones:
  - Desplazamiento significativo de los fragmentos óseos<sup>5</sup>.
  - Fracturas con inestabilidad o pérdida de contacto óseo<sup>5</sup>.
  - Lesiones neurovasculares asociadas, dado que la proximidad con estructuras como el plexo braquial o los grandes vasos (arteria subclavia, vena subclavia) hace que estas fracturas sean más complicadas<sup>5</sup>.
  - Fracturas abiertas o fracturas con riesgo de compromiso cutáneo<sup>5</sup>.
  - No unión o mal unión en fracturas tratadas previamente de manera conservadora<sup>5</sup>.

### Técnicas Quirúrgicas

#### 1. Osteosíntesis con Placa

- Conceptos Actuales:
  - Las placas anatómicas deben ajustarse a la curvatura y el diámetro del hueso para proporcionar estabilidad y reducir las complicaciones<sup>6</sup>.
  - Las placas están diseñadas para seguir las curvas anatómicas de la clavícula, facilitando una mejor adaptación<sup>6</sup>.
- Resultados:
  - Menor tasa de complicaciones en comparación con otras técnicas, como la fijación intramedular<sup>6</sup>.
  - Mayor tolerancia del paciente debido a la adaptación precisa de las placas a la anatomía del hueso<sup>6</sup>.

#### 2. Fijación Intramedular

- Conceptos Actuales:
  - Técnica menos invasiva que resulta en cicatrices más pequeñas y una estancia hospitalaria más corta si no se requiere drenaje<sup>6</sup>.
  - Problemas de estabilidad rotacional y riesgo de migración del implante que pueden afectar la consolidación<sup>6</sup>.

- Resultados:
  - Consolidación rápida del hueso<sup>6</sup>.
  - Menor pérdida de sangre durante la cirugía en comparación con la osteosíntesis con placa<sup>6</sup>.
  - Mayor acortamiento óseo en comparación con la fijación con placa, lo cual puede influir en el resultado funcional<sup>6</sup>.

La elección de la técnica quirúrgica debe basarse en la experiencia del cirujano y las características específicas de la fractura. Es fundamental considerar tanto los riesgos como los beneficios de cada técnica y comunicarlos claramente al paciente. Tanto las placas como la fijación intramedular presentan tasas de complicaciones comparables, pero la fijación intramedular es una alternativa confiable a la fijación con placa, especialmente en pacientes más jóvenes y activos. En fracturas distales, la reconstrucción del ligamento coracoclavicular bajo artroscopia parece tener el menor riesgo de complicaciones postoperatorias y debe realizarse preferentemente si el cirujano tiene experiencia en esta técnica<sup>6</sup>.

El manejo quirúrgico de las fracturas de clavícula ha avanzado significativamente, permitiendo una personalización del tratamiento acorde a las necesidades y condiciones específicas de cada paciente. La evolución de las técnicas quirúrgicas y la comprensión detallada de la anatomía de la clavícula son de interés para optimizar los resultados y minimizar las complicaciones<sup>6</sup>.

### Complicaciones del Tratamiento

El tratamiento de las fracturas de clavícula, tanto conservador como quirúrgico, puede estar asociado a diversas complicaciones y riesgos que deben ser considerados al decidir la mejor estrategia para cada paciente. A continuación, se detallan las principales complicaciones y riesgos observados en el manejo de estas fracturas:

### Complicaciones del Tratamiento Conservador

El tratamiento conservador, generalmente indicado para fracturas no desplazadas o mínimamente desplazadas, puede llevar a ciertas complicaciones:

1. Pseudartrosis: Aunque las tasas de pseudartrosis han disminuido con las mejoras en los materiales y técnicas quirúrgicas, esta complicación sigue siendo relevante, especialmente en fracturas desplazadas. Las pseudartrosis pueden provocar inestabilidad y dolor persistente, a menudo requiriendo intervenciones quirúrgicas adicionales para corregir el problema<sup>5</sup>.
2. Retraso en la Consolidación Ósea: El retraso en la consolidación es otra complicación potencial del tratamiento conservador, que puede prolongar el tiempo de recuperación y afectar la funcionalidad del hombro<sup>5</sup>.

### Complicaciones del Tratamiento Quirúrgico

El tratamiento quirúrgico, aunque efectivo en muchos casos, no está exento de riesgos y complicaciones:

1. Infección: Las infecciones postoperatorias pueden complicar la recuperación y, en algunos casos, pueden requerir la remoción del material de osteosíntesis y la administración de antibióticos<sup>5</sup>.
2. Necrosis de la Piel y Problemas de Cicatrización: La cirugía implica incisiones y manipulación de tejidos que pueden resultar en problemas de cicatrización o necrosis de la piel en la zona intervenida<sup>5</sup>.
3. Refracturas: La extracción del material de osteosíntesis antes de tiempo puede aumentar el riesgo de refractura. Por ello, la remoción de placas y tornillos suele recomendarse después de un periodo significativo, generalmente no antes de 18 meses postoperatorivamente<sup>5</sup>.
4. Lesión Neurovascular: Las lesiones a estructuras neurovasculares durante la cirugía son complicaciones raras pero graves, especialmente en fracturas del tercio medial de la clavícula debido a la proximidad con el plexo braquial y vasos sanguíneos importantes<sup>5</sup>.

5. Necesidad de Reintervención: Algunos pacientes pueden requerir reintervenciones quirúrgicas para corregir problemas como la no unión de la fractura, desplazamientos del material de osteosíntesis o infecciones persistentes<sup>5</sup>.

6. Dolor y Limitación Funcional: A pesar de la estabilización quirúrgica, algunos pacientes pueden experimentar dolor crónico y limitación en el rango de movimiento del hombro, afectando su calidad de vida y funcionalidad<sup>5</sup>.

### Lesiones Concomitantes en Fracturas de Clavícula

En una revisión retrospectiva llevada a cabo en un centro de trauma de nivel I, Gottschalk et al.<sup>7</sup> analizaron la asociación entre las lesiones de la cintura escapular y otras lesiones graves no ortopédicas, incluyendo lesiones de grandes vasos, torácicas y de la cabeza. Este estudio abarcó datos de pacientes desde octubre de 1995 hasta enero de 2008, identificando a aquellos que presentaban lesiones en la cintura escapular<sup>7</sup>. Los hallazgos de Gottschalk et al. revelaron que las lesiones de la cintura escapular están fuertemente asociadas con un aumento significativo en la incidencia de lesiones en grandes vasos, el tórax y la cabeza. De los 2971 pacientes con lesiones de la cintura escapular, el 31.5% presentaba lesiones en la cabeza, el 36.8% tenía lesiones torácicas y el 3.9% sufría lesiones en grandes vasos. Estos porcentajes fueron significativamente mayores en comparación con los pacientes traumatizados que no tenían lesiones en la cintura escapular<sup>7</sup>. El estudio también encontró que las combinaciones de ciertas lesiones de la cintura escapular aumentaban aún más el riesgo de lesiones graves. Por ejemplo, la combinación de una fractura de clavícula con una lesión del esternón o una fractura de la escápula con una lesión del esternón se asociaron con un mayor riesgo de lesiones en la cabeza y el tórax. En particular, una lesión del esternón combinada con una fractura de clavícula mostró un riesgo relativo elevado para lesiones de grandes vasos<sup>7</sup>. Basado en estos hallazgos, Gottschalk et al. recomendaron el uso rutinario de tomografías computarizadas torácicas con contraste en pacientes que presentan una lesión del esternón junto con una fractura de clavícula o cualquier fractura abierta de clavícula, para ayudar en la detección de lesiones en los grandes vasos. Estas recomendaciones subrayan la importancia de una evaluación exhaustiva y detallada de los pacientes con lesiones de la cintura escapular, dado el alto riesgo de complicaciones graves asociadas<sup>7</sup>. Otros estudios han demostrado que las lesiones torácicas son más prevalentes en pacientes con fracturas de clavícula que en

aquellos sin ellas<sup>1</sup>. El estudio de Amer et al.<sup>1</sup> analiza en detalle las lesiones concomitantes en pacientes con fracturas de clavícula, utilizando datos del Nationwide Inpatient Sample de 2001 a 2013. Este análisis ofrece una visión integral de las lesiones asociadas más comunes y las diferencias entre fracturas abiertas y cerradas. Las fracturas de costillas son las lesiones concomitantes más comunes, presentes en el 41.3% de los pacientes con fractura de clavícula. Las fracturas de la columna vertebral también se observan frecuentemente, con una prevalencia del 15.3% en los pacientes estudiados. Entre las lesiones no vasculares y no nerviosas, el hemo/neumotórax es la más común, con una prevalencia del 23.5%. Además, las lesiones pulmonares, bronquiales o del diafragma se presentan en el 17.7% de los casos, subrayando la proximidad anatómica y la vulnerabilidad de estas estructuras en traumas que afectan la clavícula. Las conmociones cerebrales también son comunes, observándose en el 8.3% de los pacientes. El estudio destaca diferencias significativas entre fracturas abiertas y cerradas. Las fracturas abiertas, aunque representan solo el 1.8% de todas las fracturas de clavícula, están asociadas con una mayor incidencia de lesiones concomitantes graves, como fracturas del húmero, costillas, escápula, pelvis, tibia o peroné, huesos faciales, y lesiones pulmonares y esplénicas. Los pacientes con fracturas abiertas tienden a ser más jóvenes, con una edad promedio de 38.1 años en comparación con 49.8 años para aquellos con fracturas cerradas. Por otro lado, las fracturas cerradas constituyen la mayoría (98.2%) de las fracturas de clavícula. Aunque también están asociadas con lesiones concomitantes, la gravedad y variedad de estas lesiones tiende a ser menor que en el caso de las fracturas abiertas. Amer et al. confirman que las fracturas de clavícula están significativamente asociadas con lesiones torácicas y otras lesiones graves. Más del 75% de los pacientes con politraumatismos y fracturas de clavícula también presentan lesiones torácicas relacionadas. Este hecho subraya la importancia de realizar evaluaciones exhaustivas para identificar y manejar adecuadamente estas lesiones adicionales<sup>1</sup>.

El estudio de Wurm et al.<sup>5</sup> destaca la alta prevalencia de lesiones concomitantes en pacientes con fracturas de clavícula, subrayando la importancia de una evaluación integral y detallada en estos casos. De hecho, se han identificado lesiones asociadas que involucran conmociones cerebrales, hemorragias cerebrales, lesiones gastrointestinales y abdominales, lesiones vasculares y fracturas de huesos largos. Estas lesiones no se limitan a la zona inmediata de

la fractura, sino que pueden afectar diversas regiones del cuerpo, reflejando la severidad del trauma que provoca la fractura de clavícula<sup>5</sup>.

Entre las lesiones concomitantes más comunes se encuentran las conmociones cerebrales y las hemorragias cerebrales, que pueden acompañar a las fracturas de clavícula debido a la alta energía del trauma. Las hemorragias, como las subaracnoideas y subdurales, son complicaciones graves que requieren atención inmediata. Además, las lesiones gastrointestinales y abdominales, como las que afectan al hígado y al bazo, son frecuentes en estos pacientes y pueden complicar el manejo clínico debido a la necesidad de intervenciones quirúrgicas y atención especializada<sup>5</sup>. Las lesiones vasculares también son comunes, especialmente en casos de fracturas abiertas, donde el daño a las arterias y venas principales puede llevar a hemorragias significativas y otras complicaciones vasculares. Por otro lado, es común encontrar fracturas de huesos largos, como el húmero y la tibia, en pacientes con fracturas de clavícula, lo que refleja la magnitud del trauma necesario para causar estas lesiones y la posibilidad de múltiples fracturas en un solo evento traumático<sup>5</sup>.

En el estudio de Wurm et al.<sup>5</sup> proporcionan datos específicos sobre la incidencia y prevalencia de diversas lesiones concomitantes. Las conmociones cerebrales se observan en aproximadamente el 8.3% de los casos, mientras que las hemorragias cerebrales, como las subaracnoideas y subdurales, tienen una prevalencia del 3.5% y el 2.9% respectivamente. Las lesiones gastrointestinales y abdominales, aunque menos frecuentes, pueden incluir daños al hígado (3.2%) y al bazo (4.2%). Las lesiones vasculares, aunque menos prevalentes, son igualmente significativas debido a su potencial para causar complicaciones graves<sup>5</sup>. Wurm et al.<sup>5</sup> enfatizan la necesidad de una evaluación exhaustiva para identificar y tratar adecuadamente estas lesiones concomitantes. Una evaluación integral puede prevenir retrasos en el diagnóstico y mejorar significativamente los resultados clínicos al abordar todas las lesiones asociadas de manera oportuna y eficaz<sup>5</sup>.

El estudio de Ersen et al.<sup>8</sup> proporciona información relevante sobre las lesiones concomitantes que suelen presentarse en las fracturas de clavícula de la región media. Ersen et al.<sup>8</sup> identifican varias lesiones concomitantes que pueden acompañar a las fracturas de clavícula. Estas lesiones no se limitan a la zona inmediata de la fractura y reflejan la severidad del trauma que causa la fractura de clavícula. Entre las lesiones concomitantes más comunes

se encuentran las conmociones cerebrales y las hemorragias cerebrales, que son frecuentes debido a la alta energía del trauma. Las hemorragias cerebrales, como las subaracnoideas y subdurales, son complicaciones graves que requieren atención inmediata<sup>8</sup>. Además, las lesiones gastrointestinales y abdominales, como las que afectan al hígado y al bazo, son comunes en estos pacientes. Estas lesiones pueden complicar el manejo clínico debido a la necesidad de intervenciones quirúrgicas y atención especializada. Las lesiones vasculares, aunque menos prevalentes, también son significativas, especialmente en casos de fracturas abiertas, donde el daño a las arterias y venas principales puede llevar a hemorragias significativas y otras complicaciones vasculares<sup>8</sup>. Por otro lado, es común encontrar fracturas de huesos largos, como el húmero y la tibia, en pacientes con fracturas de clavícula. Esto refleja la magnitud del trauma necesario para causar estas lesiones y la posibilidad de múltiples fracturas en un solo evento traumático<sup>8</sup>.

En el estudio de Amer et al.<sup>1</sup> se realizó un análisis exhaustivo sobre el impacto en la morbilidad y mortalidad de las fracturas de clavícula. En total, se incluyeron 411,612 pacientes en el estudio. La mayoría de los pacientes tenía fracturas de clavícula cerradas (98.2%)<sup>1</sup>. La fractura concomitante más común fue la de la costilla, seguida por la columna vertebral<sup>1</sup>. La lesión no vascular y no nerviosa más común fue el hemo/neumotórax, seguida por lesiones en el pulmón, bronquios o diafragma<sup>1</sup>. Las fracturas del húmero, costilla, escápula, pelvis, tibia o peroné, y huesos faciales, así como conmociones cerebrales, neumotórax/hemotórax y otras lesiones pulmonares y esplénicas fueron significativamente más comunes en pacientes con fracturas de clavícula abiertas<sup>1</sup>. Los pacientes con fracturas de clavícula abiertas eran, en promedio, 11.8 años más jóvenes que aquellos con fracturas cerradas<sup>1</sup>. El 67% de los pacientes fueron evaluados en el departamento de emergencias y el 47.7% tenían politraumatismo, definido como tener más de dos lesiones<sup>1</sup>. Un total del 2.9% de los pacientes falleció durante la hospitalización, con una diferencia significativa en la mortalidad entre pacientes con fracturas cerradas y abiertas (2.9% vs. 2.4%, respectivamente)<sup>1</sup>. Además, hubo una diferencia significativa en la duración de la estancia hospitalaria entre pacientes con fracturas cerradas y abiertas (6.2 días vs. 7.4 días, respectivamente)<sup>1</sup>.

## Anestesia en Fracturas de Clavícula

### Anestesia en la Resolución Quirúrgica de las Fracturas de Clavícula

La anestesia juega un papel determinante en la cirugía de las fracturas de clavícula, asegurando no solo el alivio del dolor durante el procedimiento, sino también facilitando las condiciones óptimas para la manipulación quirúrgica y la recuperación postoperatoria. En la resolución quirúrgica de estas fracturas, se utilizan principalmente dos tipos de anestesia: general y regional<sup>9</sup>.

La anestesia general es un método comúnmente utilizado en las cirugías de clavícula. Permite un control completo del dolor y la inmovilización del paciente, lo cual es esencial para la manipulación quirúrgica precisa. Los agentes anestésicos intravenosos y los gases anestésicos inhalados se utilizan para inducir y mantener la anestesia general. Durante la anestesia general, se pueden emplear técnicas de anestesia regional asociadas. La elección de la técnica anestésica debe ser personalizada para cada paciente y procedimiento, teniendo en cuenta los riesgos y beneficios específicos de cada caso<sup>9</sup>.

Las técnicas de anestesia regional, como el bloqueo del plexo braquial, son opciones efectivas para la cirugía de clavícula. El bloqueo del plexo braquial interescalénico (BPBI) es particularmente útil, proporcionando analgesia efectiva y permitiendo la cirugía sin la necesidad de anestesia general en algunos casos<sup>10,11</sup>. La anestesia regional ofrece múltiples ventajas en comparación con la anestesia general, tales como una mejor analgesia postoperatoria, menor incidencia de náuseas y vómitos, mayor estabilidad hemodinámica y un menor riesgo de efectos secundarios. Además, presenta un perfil de complicaciones más favorable, con un menor consumo de opioides en el postoperatorio, lo que se traduce en una estancia hospitalaria más corta y una mayor satisfacción para el paciente<sup>9,12,13</sup>. Estas ventajas son especialmente relevantes en pacientes con comorbilidades, para quienes la anestesia general puede implicar un mayor riesgo de complicaciones, incluyendo inestabilidad cardiovascular y problemas respiratorios. En estos casos, la anestesia general puede llevar a fluctuaciones hemodinámicas significativas, como hipotensión o bradicardia, que pueden ser peligrosas, especialmente en pacientes con enfermedades cardíacas preexistentes. Además, el uso de agentes anestésicos generales puede deprimir el sistema respiratorio, lo que incrementa el riesgo de complicaciones respiratorias como atelectasia, neumonía o

insuficiencia respiratoria en pacientes con condiciones pulmonares, como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica o asma. La necesidad de intubación y ventilación mecánica también aumenta el riesgo de infecciones pulmonares, mientras que la sedación profunda puede llevar a una recuperación prolongada y mayores complicaciones postoperatorias. Por lo tanto, la anestesia regional no solo minimiza estos riesgos, sino que también proporciona una opción más segura y con menos efectos adversos en este tipo de pacientes<sup>9,10,11,12,13</sup>.

### Gold Standard: Bloqueo del Plexo Braquial Interscalénico (BPBI)

El BPBI guiado por ultrasonido se ha convertido en el estándar de oro para la anestesia regional en cirugías de clavícula. Dicha técnica ha demostrado una mayor precisión y una menor tasa de complicaciones en comparación con las técnicas tradicionales de bloqueo basados en referencias anatómicas y neuroestimulación<sup>10,11</sup>. Diversos estudios han evaluado su eficacia y han proporcionado evidencia contundente sobre sus beneficios. Olofsson et al.<sup>10</sup> llevaron a cabo un estudio de casos y controles emparejados para evaluar la eficacia analgésica del BPBI en pacientes sometidos a fijación quirúrgica de fracturas de clavícula. En este estudio, se incluyeron prospectivamente 50 pacientes programados para cirugía de fijación de fractura de clavícula media o lateral bajo anestesia general con BPBI y se compararon con un grupo control histórico de 76 pacientes que no recibieron bloqueo regional. Los resultados mostraron que los pacientes que recibieron BPBI tuvieron un consumo de morfina intravenosa significativamente menor en las primeras dos horas postoperatorias (0.7 mg) en comparación con el grupo control (8.8 mg). Esta reducción en el consumo de opioides se mantuvo significativa incluso después de emparejar los grupos (diferencia media: 8.3 mg), destacando la eficacia del BPBI para proporcionar una analgesia efectiva en el postoperatorio de la cirugía de clavícula<sup>10</sup>. Asimismo, Banerjee et al.<sup>11</sup> realizaron un estudio comparativo para evaluar la eficacia del BPBI guiado por ultrasonido junto con el bloqueo del plexo cervical superficial (BPCS) en comparación con la anestesia general en cirugías de clavícula. En este estudio, 60 pacientes programados para cirugías de clavícula fueron aleatorizados en dos grupos: uno recibió el bloqueo combinado guiado por ultrasonido (Grupo B) y el otro recibió anestesia general (Grupo G). Los resultados mostraron que los pacientes del Grupo B tuvieron mejores resultados en términos de control del dolor postoperatorio, reflejados en menores puntuaciones de dolor en la escala visual analógica

(EVA) y una menor necesidad de consumo de opioides en las primeras 24 horas postoperatorias en comparación con los pacientes del Grupo G. Además, el tiempo de estancia en la unidad de cuidados postanestésicos fue significativamente menor para el Grupo B, lo que sugiere una recuperación más rápida y eficaz con el uso del bloqueo regional combinado<sup>11</sup>.

### Complicaciones de la anestesia

La anestesia general, ampliamente utilizada en cirugías de clavícula y a menudo combinada con técnicas de anestesia regional, presenta una serie de riesgos que deben tenerse en cuenta. Está asociada con un mayor riesgo de complicaciones respiratorias como atelectasias, neumonía y dificultad respiratoria postoperatoria, lo que puede prolongar la estancia hospitalaria y aumentar la morbilidad postoperatoria. Además, puede aumentar el riesgo de eventos cardiovasculares adversos, especialmente en pacientes con comorbilidades cardíacas preexistentes. Estos eventos incluyen hipotensión, bradicardia y, en casos extremos, paro cardíaco. La anestesia general también tiene una alta incidencia de náuseas y vómitos postoperatorios, lo que puede afectar negativamente la recuperación del paciente y prolongar la estancia en la unidad de recuperación postanestésica. Existe una creciente preocupación por la disfunción cognitiva postoperatoria en pacientes mayores sometidos a anestesia general, lo que puede llevar a una recuperación prolongada, mayor necesidad de cuidados y disminución de la calidad de vida postoperatoria<sup>9</sup>.

El BPBI guiado por ultrasonido se ha convertido en el estándar de oro para la anestesia regional en cirugías de clavícula. Sin embargo, este método no está exento de riesgos. Nelson et al.<sup>14</sup> reportaron un caso de bradicardia y hipotensión prolongadas tras un bloqueo interescalénico con bupivacaína. Esta complicación, aunque rara, puede ser grave y se atribuye a la toxicidad sistémica del anestésico local. El estudio describe cómo un paciente experimentó bradicardia y una caída significativa de la presión arterial, requiriendo atención médica urgente y apoyo hemodinámico<sup>14</sup>. Además, Bergmann et al.<sup>15</sup> revelaron que el BPBI puede causar bloqueo del nervio frénico y paresia diafragmática, lo que compromete la función respiratoria, con una disminución en la capacidad respiratoria medida por espirometría<sup>15</sup>. Además de las complicaciones mencionadas, existen riesgos de neumotórax, hematomas y complicaciones neurológicas debido a la proximidad de estructuras vasculares

y nerviosas importantes. Estas complicaciones, aunque raras, pueden tener consecuencias significativas y deben ser consideradas al realizar el BPBI<sup>14,15</sup>.

### Anestesia en Fracturas de Clavícula con Lesiones Concomitantes

Las fracturas de clavícula, especialmente cuando se presentan con lesiones concomitantes, requieren una evaluación cuidadosa no solo de las fracturas mismas, sino también de las posibles complicaciones asociadas que pueden afectar tanto el tratamiento quirúrgico como los procedimientos anestésicos. Diversos estudios han demostrado que las fracturas de clavícula, en particular las que involucran la cintura escapular, están frecuentemente asociadas con lesiones graves en otras áreas, como la cabeza, el tórax y los grandes vasos. Estas lesiones no ortopédicas aumentan la complejidad del manejo clínico, ya que pueden comprometer las funciones respiratoria y cardiovascular del paciente, lo que influye directamente en la elección y manejo de la anestesia durante la cirugía<sup>1,3,5,6</sup>.

En diversas situaciones, los pacientes con fracturas de clavícula presentan lesiones torácicas asociadas, como neumotórax o hemotórax, que complican significativamente el manejo anestésico. En este contexto, la anestesia general, aunque frecuentemente utilizada en la resolución quirúrgica de estas fracturas, puede aumentar los riesgos. Las complicaciones respiratorias, como la atelectasia o la dificultad respiratoria postoperatoria, son más probables en pacientes con lesiones torácicas concomitantes, debido a la reducción de la capacidad pulmonar y la vulnerabilidad de los tejidos circundantes. Además, la anestesia general puede incrementar el riesgo de complicaciones cardiovasculares, como bradicardia o hipotensión, lo que es especialmente peligroso en pacientes con lesiones vasculares<sup>1,3,5,6</sup>.

En contraste, las técnicas de anestesia regional, como el bloqueo del BPBI guiado por ultrasonido, ofrecen una alternativa que puede minimizar algunas de las complicaciones relacionadas con la anestesia general. Este abordaje no solo proporciona un mejor control del dolor, sino que también reduce el riesgo de complicaciones pulmonares y cardiovasculares. Sin embargo, es importante tener en cuenta que, en pacientes con fracturas de clavícula acompañadas de lesiones torácicas graves, el bloqueo del plexo braquial puede producir efectos adversos, como el bloqueo del nervio frénico y la paresia diafragmática, lo que compromete aún más la función respiratoria<sup>10,11</sup>.

Frente a todo esto, una alternativa prometedora es el bloqueo del plano de la fascia clavipectoral (CPB), descrito por Valdés et al.<sup>16</sup> en el año 2017. Este método se ha presentado como una opción segura y eficaz para la analgesia en las fracturas de tercio medio clavicular, proporcionando un bloqueo de las ramas nerviosas periféricas sin afectar los nervios principales del plexo braquial, lo que evita las complicaciones motoras y sensitivas comunes en los bloqueos más tradicionales. A diferencia del BPBI, el CPB no produce parálisis del nervio frénico, lo que lo convierte en una alternativa particularmente útil en pacientes con función respiratoria comprometida. Además, al ser una técnica de simple ejecución y el uso de referencias anatómicas claras lo hacen más accesible y seguro. El CPB representa una evolución significativa en el manejo del dolor para cirugías de clavícula, permitiendo un control efectivo del dolor sin los riesgos inherentes al bloqueo del plexo braquial. Esto lo convierte en una opción atractiva para pacientes con fracturas complejas o aquellos en los que la anestesia general presenta mayores riesgos<sup>17,18,19</sup>.

#### [Innovación en Anestesia Regional para Fracturas de Tercio Medio Clavicular](#)

En los últimos años, han surgido diversas estrategias innovadoras en el manejo anestésico y analgésico de las fracturas del tercio medio clavicular, con un enfoque particular en minimizar complicaciones y optimizar la recuperación postoperatoria. Entre estas, destacan el CPB y la reciente incorporación de la inyección en el músculo subclavio (MS), técnicas que detallaremos a continuación.

#### [Bloqueo del plano de la fascia clavipectoral \(CPB\)](#)

El CPB ha surgido como una técnica innovadora para la analgesia en cirugías de clavícula. Descrito por primera vez por Valdés et al.<sup>16</sup> en el año 2017, se presentó como una nueva alternativa para la analgesia y anestesia de las fracturas de tercio medio clavicular. En este contexto, el CPB implica la inyección de anestésico local en la fascia clavipectoral (CPF), una estructura situada en la porción clavicular del músculo pectoral mayor que se extiende superior, medial y superolateralmente desde la clavícula, las articulaciones costocondrales y el proceso coracoideo, respectivamente. Esta fascia rodea completamente la clavícula y los nervios que penetran en la fascia son responsables de la transmisión del dolor después de una fractura o cirugía de clavícula<sup>17</sup>.

El CPB para fracturas de tercio medio clavicular presenta varias ventajas respecto a las técnicas tradicionales de bloqueo del plexo braquial: se trata de una técnica de simple ejecución, con referencias anatómicas concretas, estructuras superficiales y con un tope óseo para la aguja, que proporciona anestesia y analgesia mediante el bloqueo de las ramas nerviosas periféricas responsables de su inervación. Además, no produce ni bloqueo motor ni sensitivo de los nervios principales del miembro superior, al limitar la dispersión de anestésico local hacia el plexo braquial<sup>18</sup>. Es un hecho a destacar, ya que evita la realización de un bloqueo nervioso de las ramas principales del plexo braquial sobre una potencial lesión nerviosa de dicho plexo, hecho que acontece en las fracturas del tercio medio de clavícula hasta en un 7-24% de los casos<sup>20,21</sup>, lo que minimizaría el riesgo potencial de lesión nerviosa puesto de manifiesto por la teoría del double crush syndrome<sup>22</sup>. Asimismo, como potencial ventaja al BPBI, no se evidencia parálisis diafragmática secundaria al bloqueo del nervio frénico, algo prácticamente constante en esta técnica. Además, hay que tener en cuenta que, por el mecanismo de lesión, las fracturas de tercio medio clavicular con frecuencia se acompañan de otras fracturas asociadas, como fracturas costales que, en ocasiones, son contralaterales<sup>18</sup>.

El CPB representa una evolución significativa en el manejo del dolor para fracturas y cirugías de clavícula. La técnica, inicialmente descrita por Valdés et al. y posteriormente aplicada con éxito en diversos contextos clínicos<sup>18,19,23,24</sup>, ofrece una alternativa segura y efectiva a los métodos tradicionales de anestesia, con un potencial significativo para mejorar los resultados postoperatorios y la satisfacción del paciente. La comprensión detallada de la anatomía de la CPF y su papel en la transmisión del dolor es esencial para la implementación efectiva de esta técnica<sup>18,19,23,24</sup>.

### Descripción de la técnica CPB

La técnica CPB guiada por ultrasonido se realiza apoyando una sonda lineal de alta frecuencia sobre la clavícula, en plano parasagital y orientando el haz de ultrasonidos en dirección caudal, de manera que el haz incida de forma perpendicular a la cara superior de la clavícula y esta se visualice en la imagen como una línea hiperecogénica paralela a la piel (Figura 1). A continuación, se realiza un barrido de toda la longitud de la clavícula hasta distinguir el trazo fracturario. Posteriormente, se desplaza el transductor hasta identificar el

periostio sano, la CPF inmediatamente por encima de esta, y caudalmente el músculo pectoral mayor. A ambos lados de la fractura, con una aguja de 35-50 mm, se realiza el abordaje en plano desde caudal a cefálico hasta contactar con el periostio clavicular. Una vez contactado, se retira ligeramente la aguja, infiltrando la región con anestésico local, observando una dispersión caudocefálica de la solución anestésica y una elevación de la CPF<sup>18</sup>.

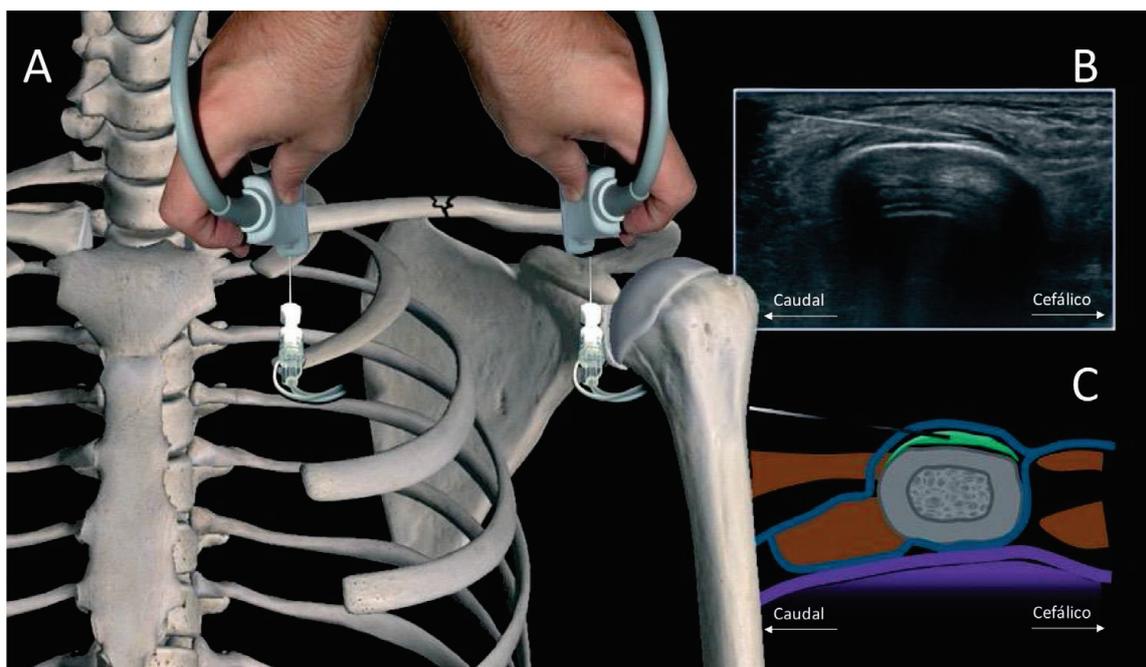


Figura 1. Descripción de la técnica CPB. A: Representación del nivel de punción para una fractura del tercio medio clavicular, a ambos lados del foco de fractura. B: Imagen ecográfica del CPB: se identifica la cara superior de la clavícula. La aguja, mediante abordaje en plano desde caudal hacia cefálico, contacta con el periostio. Al iniciar la inyección, se puede identificar la CPF como una línea hiperecoica por encima de la aguja. Es importante visualizar una adecuada dispersión tanto en sentido cefálico como caudal. C: Representación esquemática de la imagen ecográfica<sup>18</sup> (Fuente: elaboración propia; Labandeyra et al.2022<sup>18</sup>).

### Evidencia clínica de la técnica CPB

En los últimos años, se han realizado varios estudios clínicos que demuestran la eficacia y efectividad de la técnica CPB (Tabla I) <sup>18,19,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,17,34</sup>. Es importante señalar que la mayoría de estos estudios clínicos han empleado CPB como una técnica anestésica junto con algún tipo de sedación intravenosa y/o analgesia. Esto sugiere que, aunque CPB tiene un componente anestésico significativo, a menudo requiere el apoyo de estas técnicas adicionales para ser utilizado como una estrategia anestésica. En la evidencia clínica actual CPB se ha utilizado en combinación con el bloqueo del BPCS o el bloqueo selectivo de los nervios supraclaviculares derivados de este plexo (Tabla I). Esto se hace para proporcionar anestesia en el área cutánea donde se realizará la incisión quirúrgica. Nuestra experiencia preliminar en estudios clínicos<sup>18</sup> y la investigación de otros autores<sup>19,35</sup> indican que cuando se aplica la técnica CPB sin combinarla con la técnica BPCS, los pacientes experimentan dolor durante la incisión quirúrgica. Esto subraya la importancia de combinar ambas técnicas para llevar a cabo el procedimiento quirúrgico de manera efectiva. Sin embargo, estos hallazgos clínicos contrastan con los resultados de estudios anatómicos<sup>36,37</sup> que demuestran que la aplicación de la técnica CPB afecta consistentemente a los nervios supraclaviculares que se originan en el plexo cervical superficial (PCS). La evidencia clínica actual ha demostrado la alta eficacia y efectividad de la técnica CPB como una estrategia anestésica y analgésica para resolver quirúrgicamente las fracturas del tercio medio de la clavícula (Tabla I) <sup>18,19,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,17,34</sup>.

Artículo	Tipo de estudio	Sujetos	Grupos	Drugs y Volumen	Sedación	Conversión a AG	Rescate analgésico (EVA >3)	Máximo EVA dentro 24 horas
Xu et al. 2023 <sup>(2)</sup>	Ensayo Clínico Aleatorizado	50	Intervención: CPB + BPCS Control: BPBI + BPCS	20 ml 0,5% ropivacaína	Midazolam 0.05 mg/kg	0 casos	N/A	4
Sabaa et al. 2022 <sup>(2)</sup>	Ensayo Clínico Aleatorizado	40	Intervención: CPB + AG Control: CPB Placebo + AG	30 ml 0,5% bupivacaína + 2% lidocaína mezcla 1:1	AG	N/A	0 casos	6
Zhuo et al. 2022 <sup>(9)</sup>	Ensayo Clínico Aleatorizado	40	Intervención: CPB + BPCS Control: BPBI + BPCS	20 ml 0,5% ropivacaína	Midazolam 0.03 mg/kg	0 casos	0 casos	0
Labandeyra et al. 2022 <sup>(8)</sup>	Serie de Casos	50	CPB + BPCS	30 ml 0,25% bupivacaína	Midazolam 3 mg IV Fentanilo 0.5-1 mcg/kg/IV Dexmedetomidina 0.2-0.5 mcg/kg/h.	0 casos	9 casos (18%)	1,34 ±1,92 *
Natrajan et al. 2023 <sup>(2)</sup>	Serie de Casos	8	CPB ± BPCS / BSNSTS	20 ml 0,25% bupivacaína + 1% lidocaína mezcla 1:1	AG	N/A	1 caso (12,5%)	1,25
Gonçalves et al. 2023 <sup>(2)</sup>	Reporte de caso	3	CPB + BPCS	20 ml 0,75% ropivacaína + 2% mepivacaína mezcla 1:1	Midazolam 1 mg IV Fentanilo 50 mcg IV Dexmedetomidina <0.5 mcg/kg/h	0 casos	0 casos	2
Atalay et al. 2020 <sup>(2)</sup>	Reporte de caso	5	CPB + BPCS	20 ml 0,25% bupivacaína	AG	N/A	0 casos	4
Yoshimura et al. 2020 <sup>(2)</sup>	Reporte de caso	2	CPB + BPCS	30 ml 0,375% levobupivacaína	AG	N/A	0 casos	2
Kukreja et al. 2020 <sup>(2)</sup>	Reporte de caso	3	CPB + BPCS	15-20 ml 0,5% ropivacaína	AG	N/A	1 caso (33%)	6
Metinyurt et al. 2021 <sup>(2)</sup>	Reporte de caso	2	CPB	30 ml 0,5% ropivacaína	Midazolam 2 mg IV	0 casos	0 casos	5
Noji et al. 2023 <sup>(2)</sup>	Reporte de caso	1	CPB + BPCS	20 ml 0,375% ropivacaína	AG	N/A	0 casos	2
Rosales et al. 2022 <sup>(2)</sup>	Reporte de caso	1	CPB	30 ml 0,25% levobupivacaína + 1% lidocaína mezcla 1:1	Midazolam 2-5 mg IV Fentanilo 50-100 mcg/IV Dexmedetomidina 0.5-0.7 mcg/kg/h.	0 casos	Tramadol 50 mg IV	0
Sonawane et al. 2021 <sup>(2)</sup>	Reporte de caso	1	CPB	20 ml of 2% lidocaína epinefrina, + 20 mL 0.5% bupivacaína + 20 mL solución salina + 8 mg dexametasona	Midazolam 2 mg IV	0 casos	Fentanilo 60 mcg IV + Infiltración anestesia local	2
Ince et al. 2019 <sup>(7)</sup>	Reporte de caso	1	CPB + BPCS	30 ml 0,5% bupivacaína + 2% lidocaína mezcla 1:1	AG	N/A	0 casos	3
Atalay et al. 2019 <sup>(24)</sup>	Reporte de caso	1	CPB + BPCS	20 ml 0,25% bupivacaína	AG	N/A	0 casos	2

Nota: AG – Anestesia General; EVA – Escala Visual Análoga; CPB – Bloqueo del Plano Claviopectoral; BPCS – Bloqueo del Plexo Cervical Superficial; BPBI – Bloqueo del Plexo Braquial Intercalénico; N/A – No Aplicable; BSNSTS – Bloqueo Selectivo de los Nervios Supraclaviculares y Tronco Superior del Plexo Braquial; \* media ± Desviación Estándar.

Tabla I. Resumen de los principales hallazgos de cada estudio clínico, incluyendo el tipo de estudio, número de sujetos, grupos de tratamiento, fármacos utilizados, presencia de sedación, anestesia o analgesia, así como resultados relevantes como conversión a anestesia general, necesidad de analgesia de rescate y el valor máximo del EVA dentro de las 24 horas. (Fuente: elaboración propia; Labandeyra et al.2024<sup>38</sup>)

### Abordaje del Músculo Subclavio (MS)

Una de las innovaciones más recientes en el manejo anestésico para las cirugías de fractura de clavícula es la inyección en el músculo subclavio (MS), que ha mostrado resultados prometedores en la mejora de la analgesia, especialmente en fracturas del tercio medio. Esta técnica, descrita en estudios recientes por nuestro grupo de investigación en el año 2024, se basa en la hipótesis de que la inyección de la solución anestésica dentro del MS, situado entre las capas de la CPF, permite una dispersión más efectiva del anestésico alrededor de la clavícula, proporcionando una cobertura analgésica adecuada para el manejo del dolor en el perioperatorio<sup>39</sup>.

El estudio se realizó en cuatro cadáveres frescos, obteniendo ocho regiones claviculares para su análisis. En cuatro de ellas se aplicó la técnica CPB y en las otras cuatro, la inyección en el MS. Se inyectaron 20 ml de solución salina mezclada con azul de metileno y contraste yodado en ambos grupos, lo que permitió evaluar la dispersión del anestésico mediante tomografía computarizada y reconstrucción tridimensional. En el grupo del MS, la solución se administró directamente en el músculo, mientras que en el grupo CPB, la inyección se realizó sobre el periostio anterior de la clavícula, según la técnica descrita por los autores<sup>161718</sup>. Ambos grupos fueron evaluados mediante tomografía computarizada para identificar la dispersión del anestésico. Los resultados mostraron que el grupo del MS logró una mayor concentración del anestésico en los cuadrantes posterior e inferior de la clavícula. En todos los especímenes se observó una tinción intensa en el MS, lo que permitió alcanzar el periostio clavicular en los cuadrantes inferior y posterior, áreas que suelen ser más difíciles de cubrir con la técnica CPB. En contraste, el grupo CPB mostró una mejor dispersión en los cuadrantes anterior y superior, pero no logró una cobertura completa en los cuadrantes posterior e inferior (Figura 2)<sup>39</sup>.

Con base en los resultados del estudio, la inyección en el MS es especialmente recomendable para pacientes que requieren un control del dolor óptimo en los cuadrantes posterior e inferior de la clavícula, como ocurre en fracturas del tercio medio. Además, su uso podría ser beneficioso en pacientes que presenten comorbilidades respiratorias, ya que evita las complicaciones asociadas con el bloqueo del nervio frénico. Esta técnica también es una opción valiosa en procedimientos quirúrgicos que demandan una dispersión efectiva del anestésico, esencial para lograr una analgesia postoperatoria exitosa. Un aspecto destacado de esta técnica es su fácil implementación, gracias a referencias anatómicas claras y al uso del periostio clavicular como tope óseo, lo que permite realizar la inyección de manera rápida y precisa. Esto reduce significativamente la curva de aprendizaje, comparado con otras técnicas más invasivas, lo que la convierte en una alternativa ideal en entornos clínicos donde se requiere una ejecución ágil y efectiva<sup>39</sup>.

## Contrast distribution

Sample	Approach	Clavicle length (cm)	Contrast length (cm)	Surface (%)
1	SM	15.6	7.8	50%
2	SM	15.2	8.7	57%
3	SM	13.2	9.9	75%
4	SM	11.9	9.6	80%
5	CPB	14.2	6.2	44%
6	CPB	13.6	8.3	61%
7	CPB	12.1	9	74%
8	CPB	12.6	1.9	15%

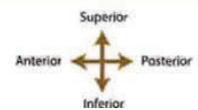


Figura 2. Distribución del Anestésico en el Músculo Subclavio y el Plano de la Fascia Clavipectoral Distribución longitudinal y circunferencial del anestésico tras la inyección en el músculo subclavio (SM) y en el plano de la fascia clavipectoral (CPB). Se observa una mayor concentración de anestésico en los cuadrantes posterior e inferior con la técnica SM, mientras que el CPB muestra una dispersión más limitada en estas áreas clave (Fuente: elaboración propia; Heredia-Carqués et al. 2024<sup>39</sup>).

## Fascia de la axila

La región axilar es una zona anatómica situada en la unión entre el brazo y el tórax, que alberga estructuras importantes como vasos sanguíneos, nervios, ganglios linfáticos y músculos. Las fascias en la axila juegan un papel fundamental en proporcionar soporte estructural, facilitar el movimiento de los músculos y proteger las estructuras neurovasculares. Las principales fascias que componen la región axilar son: la CPF, la fascia axilar, la fascia neurovascular y la fascia pectoral. A continuación se explican con detalle cada fascia.

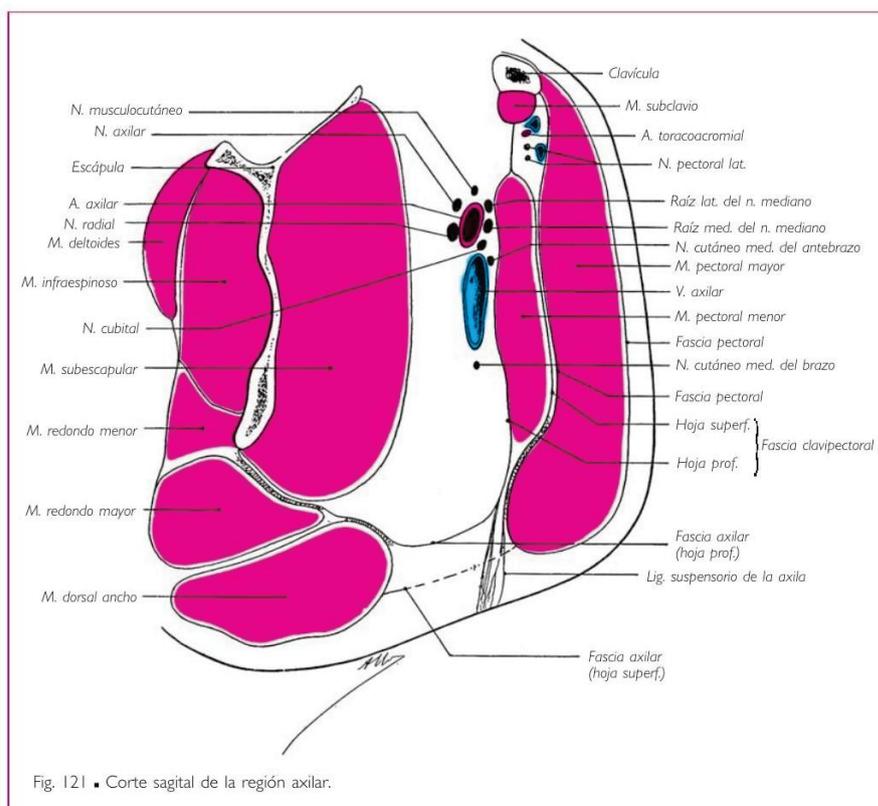


Figura 3. Corte sagital de la región axilar. La imagen destaca la complejidad anatómica de la región y la interrelación de sus componentes. Se identifican los músculos deltoides, infraespinoso, subescapular, redondo menor y mayor, dorsal ancho, subclavio, pectoral menor y mayor. Se pueden observar nervios del plexo braquial, incluyendo el musculocutáneo, axilar, radial, cubital y mediano. Además, se observan la arteria y vena axilares, así como las fascias pectoral, la CPF (hojas superficial y profunda), y la fascia axilar (hojas superficial y profunda). Las estructuras óseas ilustradas son la clavícula y escápula (Fuente: Rouviere et al. 2018<sup>40</sup>)

### Fascia clavipectoral (CPF)

En la bibliografía se pueden encontrar numerosas descripciones sobre la CPF que, en ocasiones, pueden ser contradictorias. La CPF es una estructura compleja que se extiende desde la clavícula hasta la fascia axilar y proporciona soporte y protección a los vasos axilares y al plexo braquial. Numerosas fascias complejas se anclan en la clavícula con el fin de proporcionar estabilidad, siendo la CPF la más grande y fuerte de todas<sup>41</sup>. La CPF se describe clásicamente como una gran lámina de tejido conectivo situada en la región anterior del tórax a lo largo del plano coronal, ubicada entre los músculos pectoral menor y subclavio, a los que encierra, y que lateralmente se fusiona con el ligamento suspensorio axilar de Gerdy para formar el techo de la fosa axilar (Figura 3)<sup>40,42,43</sup>.

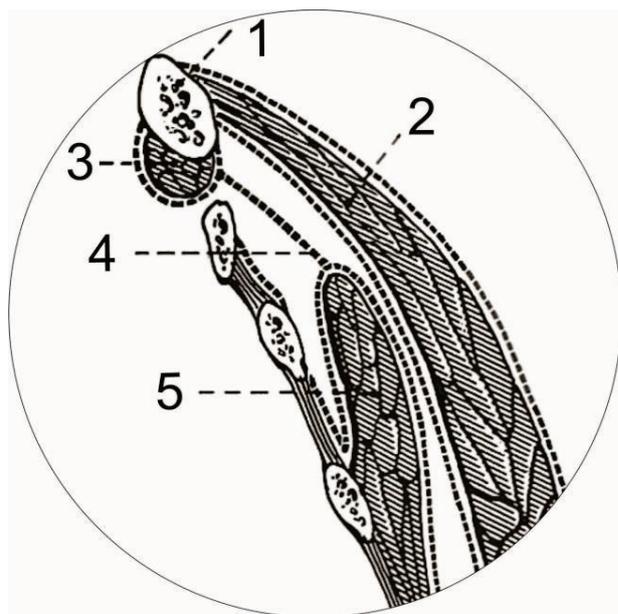


Figura 3. Representación anatómica clásica de la fascia clavipectoral (CPF). (1) Clavícula; (2) Músculo pectoral mayor; (3) Músculo subclavio; (4) CPF; (5) Músculo pectoral menor. En esta descripción clásica, la CPF se sitúa entre los músculos pectoral menor y subclavio, proporcionando soporte y protección a los vasos axilares y al plexo braquial. Esta fascia se extiende desde la clavícula hasta la fascia axilar, fusionándose lateralmente con el ligamento suspensorio axilar. (Fuente: de Rosse C, Gaddum-Rosse P. *Hollinshead's Textbook of Anatomy*, 5.ª ed. Filadelfia: Lippincott-Raven; 1997<sup>43</sup>).

Trabajos recientes ponen en duda una distribución tan ordenada como ésta, proponiendo en cambio la existencia de al menos dos capas dentro de esta fascia que rodean las diferentes estructuras anatómicas de la zona<sup>44,45,46,47</sup>. Una capa mayor retropectoral o interpectoral, que se inserta en el borde anterior de la clavícula, estrechamente relacionada con la fascia pectoral, que rodea al músculo pectoral mayor y la hoja de revestimiento de la fascia cervical profunda, que rodea a los músculos esternocleidomastoideo y trapecio fusionándose con ambos. La segunda hoja, la hoja menor retropectoral, que se inserta en el borde posterior de la clavícula, relacionada con la hoja prevertebral de la fascia cervical profunda como fascia omohioidea<sup>41,48</sup>. También, rodeando la arteria y la vena axilares, y el plexo braquial, así como aislando completamente estos tres componentes del compartimento anterior. Además, en la superficie inferior de la clavícula, rodea el ligamento coracoclavicular de Caldani<sup>47</sup>. Sin embargo, otros autores dan más importancia a la relación entre la fascia pectoral y su continuidad con la capa envolvente de la fascia cervical profunda<sup>48</sup>.

Una diferencia fundamental entre la descripción clásica<sup>40,41,42,43</sup> de la CPF y la propuesta actual de Valdés et al.<sup>16,17</sup> radica en la forma en que la fascia se relaciona con la clavícula. Las descripciones clásicas señalan que la CPF es una gran capa de tejido conectivo situada en la región anterior del tórax, ubicada entre el músculo pectoral menor y el subclavio, envolviendo a ambos músculos antes de fusionarse con estructuras como el ligamento suspensorio axilar (Figura 3). Sin embargo, estudios más recientes<sup>44,45,46</sup>, han cuestionado esta visión simplificada, proponiendo en su lugar la existencia de dos capas separadas pero interconectadas. La primera es una gran capa interpectoral, que se adhiere al borde anterior de la clavícula y está en estrecha proximidad con la fascia pectoral y la fascia cervical

profunda, la cual envuelve y se fusiona con los músculos esternocleidomastoideo y trapecio. La segunda capa es retropectoral, se adhiere al borde posterior de la clavícula y está en relación con la fascia cervical profunda y la fascia omohioidea. Valdés et al. amplían esta visión al proponer que la CPF envuelve completamente la clavícula, no solo desde el borde inferior, como se sugiere clásicamente, sino rodeándola por completo (Figura 4). Este enfoque moderno subraya una mayor complejidad anatómica y funcional de la CPF, sugiriendo que actúa como una estructura envolvente clave para la estabilización de la clavícula y su interacción con otras fascias y estructuras circundantes<sup>16,17</sup>.

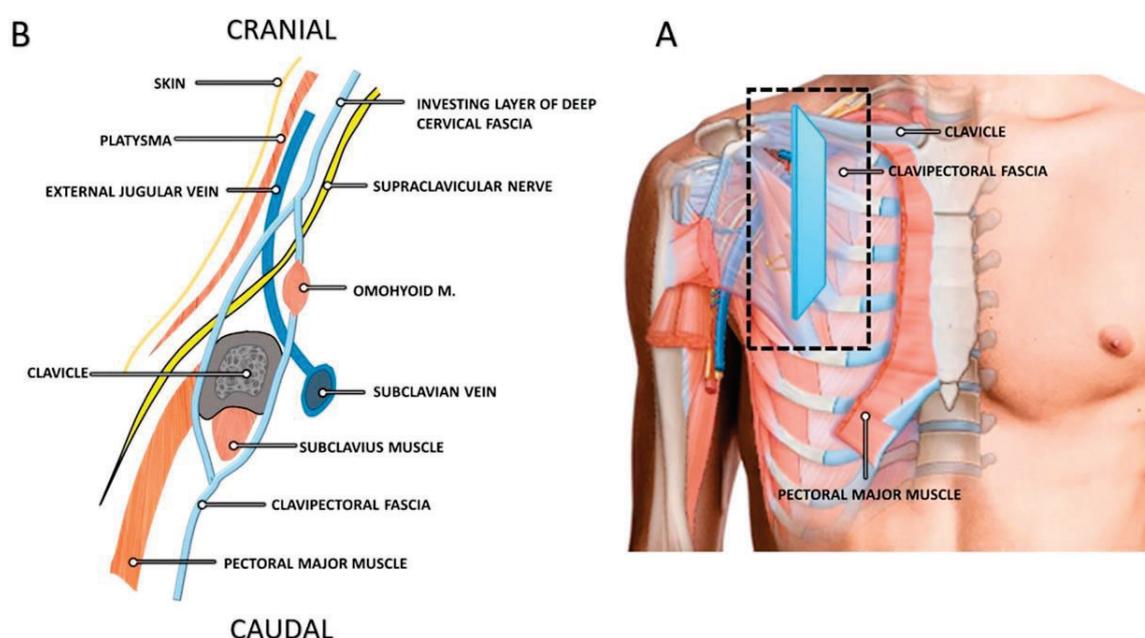


Figura 4. Representación anatómica de la disposición propuesta de la fascia clavipectoral (CPF) según Valdés et al. En la imagen A, se observa la fascia clavipectoral envolviendo completamente la clavícula, formando una vaina que incluye tanto las estructuras superficiales como profundas de la región. El color azul resalta la fascia, que se extiende desde la clavícula hasta el músculo pectoral mayor. La imagen B muestra una sección transversal detallada donde se visualizan las capas de la fascia clavipectoral, el músculo subclavio, la vena subclavia y otras estructuras adyacentes, en su disposición desde caudal hasta craneal. Esta propuesta sugiere que la fascia clavipectoral no solo se origina en el borde inferior del periostio claviclar, sino que rodea por completo la clavícula, en contraste con la descripción clásica (Fuente: Ince et al. 2019<sup>17</sup>).

A pesar de que no existe una descripción anatómica unánime, todos estos trabajos reflejan la íntima relación anatómica entre el CPF, la fascia pectoral, las hojas de revestimiento y prevertebral de la fascia cervical profunda y la fascia del músculo subclavio<sup>45</sup> que, en conjunto, forman una especie de vaina clavicular. Como el CPF es la más importante de todas, es el que da nombre a esta nueva técnica de anestesia regional: bloqueo del plano de la fascia clavipectoral.

### Fascia Axilar y Neurovascular

La fascia axilar es una estructura de soporte situada en la base de la axila. Se extiende desde el borde inferior del músculo pectoral mayor hasta la fascia profunda del brazo, formando el piso de la axila. Esta fascia proporciona soporte y protección a las estructuras neurovasculares que pasan a través de la axila hacia el brazo. La fascia axilar es una estructura de soporte situada en la base de la axila. Comprende dos fascias neurovasculares: la fascia neurovascular anterior o interpectoral y la fascia neurovascular posterior o retropectoral menor<sup>45</sup>.

La fascia neurovascular anterior, también conocida como retropectoral mayor, es una estructura célula-adiposa constante que ocupa el plano por detrás del pectoral mayor, extendiéndose entre los pectorales mayor y menor. Se extiende desde las inserciones esternales y costales del pectoral mayor hasta la base de la axila, continuándose con la fascia braquial (aponeurosis del córacobraquial). Esta fascia transcurre delante de la apófisis coracoides y del ligamento córaco-clavicular medial (de Caldani), cubriendo este último a nivel clavipectoral y finalizando en el borde anterior de la clavícula. Contiene elementos vasculonerviosos como la rama pectoral de la arteria tóracoacromial, venas tributarias de la vena cefálica y nervios pectorales mediales y laterales<sup>45</sup>.

La fascia neurovascular posterior, la más profunda de las fascias ántero-axilares, presenta una consistencia fibro-adiposa y se extiende desde el vértice de la axila hasta su base, envolviendo completamente el paquete vasculonervioso de la axila. En el vértice axilar, se sitúa por detrás del músculo subclavio y su vaina, y por delante del músculo subescapular y la parrilla costal. A nivel del ligamento de Caldani, esta fascia discurre por detrás del mismo y del músculo subclavio, adhiriéndose a la cara inferior y posterior de su vaina. Contiene los troncos secundarios y ramos terminales del plexo braquial, la vena axilosubclavia, la arteria

subclavioaxilar y sus ramas, y la mayoría de los ganglios linfáticos axilares. Ambas fascias contribuyen a formar el ligamento suspensorio de Gerdy en la base de la axila, proporcionando soporte y protección a las estructuras neurovasculares que pasan a través de la axila hacia el brazo<sup>45</sup>.

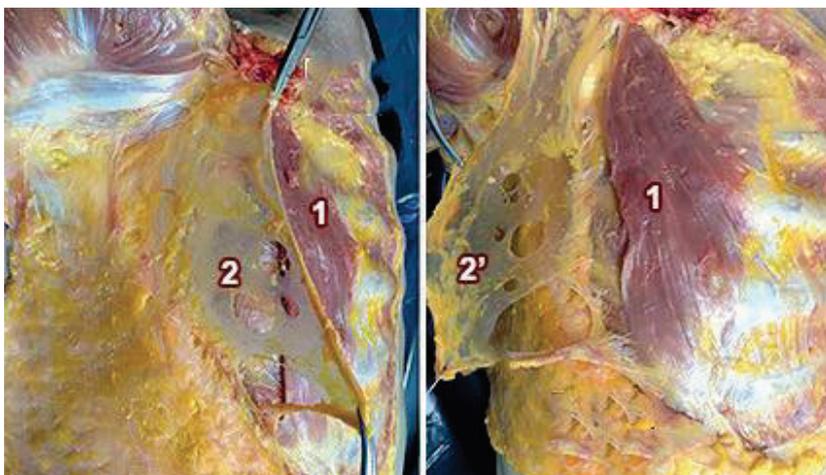


Figura 5. 1) Pectoral menor; 2) Fascia interpectoral; 2') Fascia interpectoral reclinada (Fuente: Poitevin et al. 2016 Axilla fasciae. New research on 34 cases<sup>45</sup>).

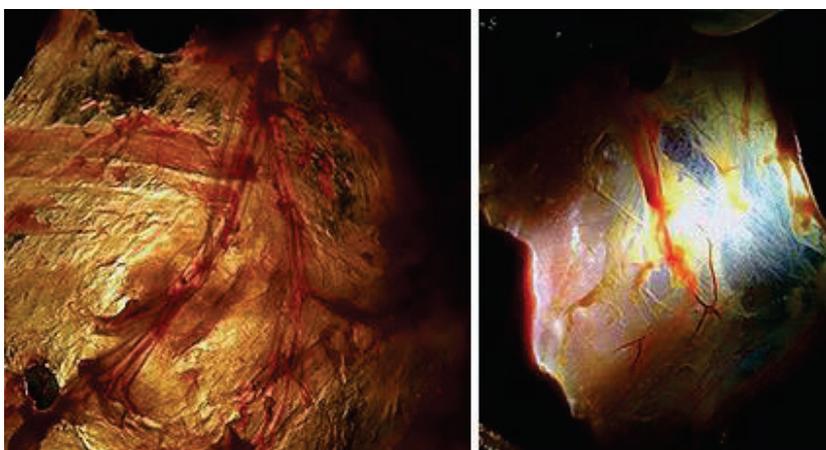


Figura 6. Fascia Interpectoral o retropectoral mayor por transiluminación. Se observa el eje vascular de la rama torácica de la arteria tóracoacromial, venas tributarias cefálicas y nervios pectorales (Fuente: Poitevin et al. 2016 Axilla fasciae. New research on 34 cases<sup>45</sup>).

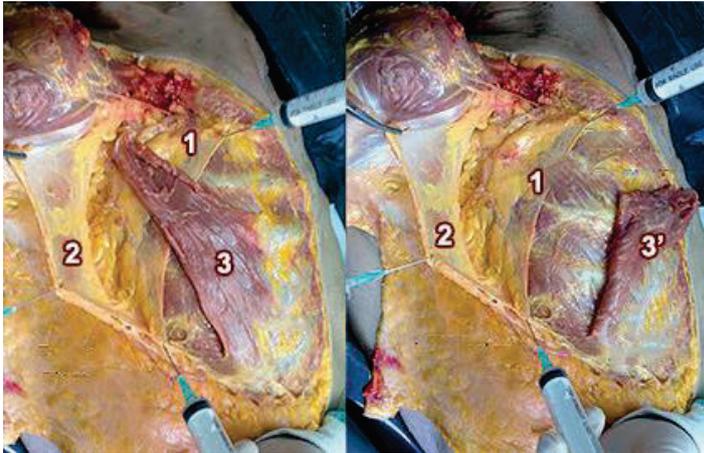


Figura 7. 1) Fascia retropectoral; 2) Fascia interpectoral; 3) Pectoral menor; 3') Pectoral menor reclinado (Fuente: Poitevin et al. 2016 Axilla fasciae. New research on 34 cases<sup>45</sup>).

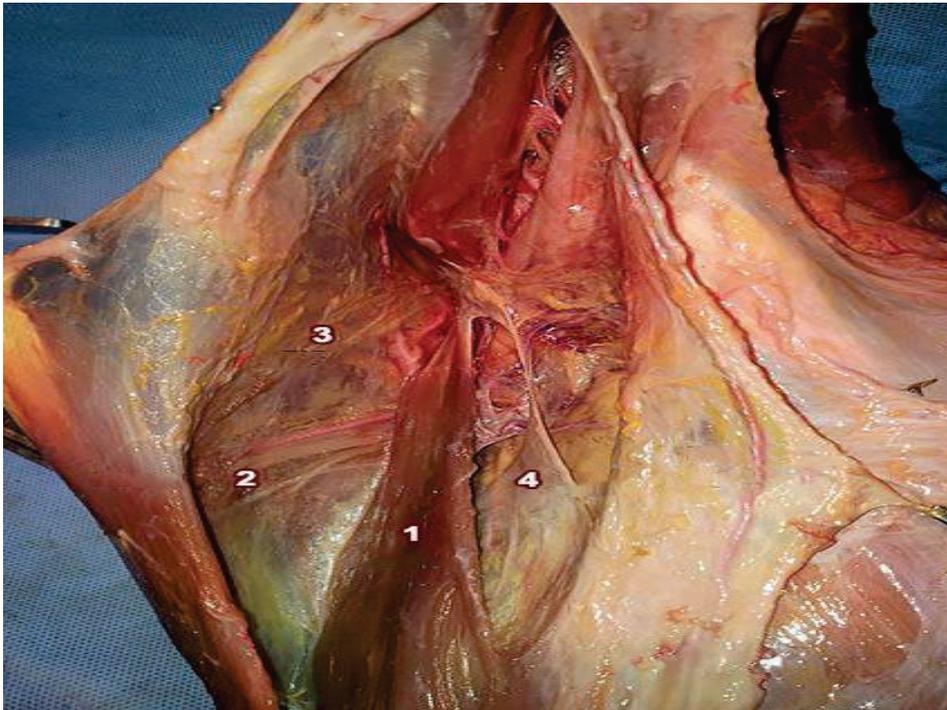


Figura 8. Axila izquierda en abducción de 120°. Vista inferior. El piso o base de la axila se reclinó posteriormente. 1) Pectoral menor; 2) Pectoral mayor; 3) Fascia interpectoral o retropectoral mayor; 4) Fascia retropectoral menor o vascular (Fuente: Poitevin et al. 2016. Axilla fasciae. New research on 34 cases<sup>45</sup>).



Figura 9. Disección de las fascias axilares en relación con los músculos pectorals y latissimus dorsi. Axila Izquierda, vista medial y superior. 1) Pectoralis menor; 2) Pectoralis mayor; 3) Fascia recto pectoralis menor; 4) Fascia interpectoral; 5) Latissimus dorsi (Fuente: Poitevin et al. 2016. Axilla fasciae. New research on 34 cases<sup>45</sup>).

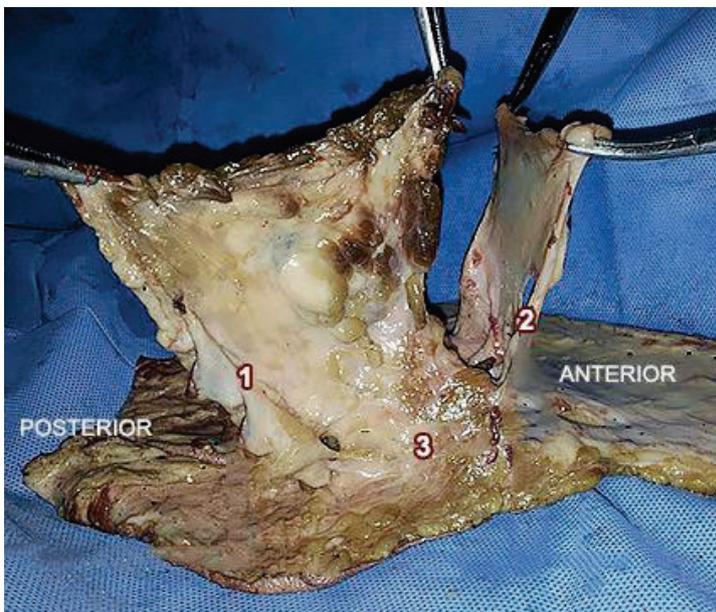


Figura 10. Disección de las Fascias Axilares Retropectoriales. Axila izquierda, vista medial. Los músculos se resecao. Se observan las Fascias retropectoriales confluyendo en el tegumento de la base axilar conformando la sustentación axilar. 1) Fascia retropectoral menor; 2) Fascia retropectoral mayor; 3) Base axillar (Fuente: Poitevin et al. 2016. Axilla fasciae. New research on 34 cases<sup>45</sup>).

## Fascia Pectoral

La fascia pectoral es una estructura crucial de tejido conectivo ubicada en la región anterior del tórax. Su importancia anatómica y funcional ha sido objeto de estudio en diversas investigaciones, entre las cuales destacan los análisis realizados por Antonio Stecco<sup>47</sup> y Lin Jinde<sup>49</sup>.

La investigación realizada por Antonio Stecco et al. se centró en evaluar la fascia pectoral desde una perspectiva macroscópica e histológica, examinando su relación con varios músculos, como el pectoral mayor y menor, el recto abdominal, el oblicuo externo y el serrato anterior. El objetivo principal fue analizar la fascia pectoral para entender su estructura y relación con los músculos circundantes, así como su integración en un complejo miofascial más amplio, responsable de la transmisión de fuerzas a lo largo del cuerpo. El protocolo de disección incluyó la remoción de la piel para exponer el tejido subcutáneo y la capa de fascia superficial, seguida de la evaluación de la fascia profunda y sus relaciones con los grupos musculares subyacentes. Se tomaron muestras de espesor total (1x1.5 cm<sup>2</sup>) de la región superior, media e inferior del tórax a lo largo de la línea medioclavicular, preservadas en formaldehído al 4% y analizadas histológicamente con diversas tinciones, como hematoxilina y eosina, Van Gieson para las fibras elásticas y Azan-Mallory para las fibras de colágeno. Además, se utilizó una tinción inmunohistoquímica para estructuras nerviosas con el anticuerpo anti-S100<sup>47</sup>.

Después de retirar la piel, se observó que la fascia superficial aparece como una capa gruesa de tejido fibro-adiposo, formando una red tridimensional firmemente conectada a la dermis pero fácilmente separable de los planos más profundos. La fascia pectoral, expuesta tras la remoción de la fascia superficial, se presenta como una capa delgada de colágeno firmemente adherida al músculo subyacente mediante numerosos septos intramusculares, que dividen el músculo pectoral mayor en muchos fascículos. En el examen histológico, la fascia pectoral está formada por fibras de colágeno onduladas y algunas fibras elásticas en una malla irregular. La fascia tiene un grosor promedio de 151  $\mu\text{m}$ , que aumenta en dirección craneo-caudal: 131  $\mu\text{m}$  en la región subclavicular, 182  $\mu\text{m}$  en la región mamaria y 578  $\mu\text{m}$  en la región inferior del tórax. La fascia se adhiere firmemente al músculo subyacente mediante numerosos septos intramusculares, actuando como un epimisio en esta región. La fascia

pectoral se conecta con la fascia deltoidea y la fascia braquial lateralmente, y con la lámina superficial de la fascia cervical profunda, que rodea el esternocleidomastoideo, superiormente. Inferiormente, se conecta con la fascia del recto abdominal y el oblicuo externo. Estas conexiones permiten la transmisión de fuerzas miofasciales desde el tronco a las extremidades superiores, formando una unidad miofascial integral que facilita la coordinación motora y la sincronización de la contracción muscular. El estudio revela que la fascia pectoral, aunque delgada y elástica, es una estructura integral que facilita la transmisión de fuerzas a lo largo del cuerpo. Su estrecha relación con los músculos pectorales mayor y menor, así como con otras fascias y músculos del tronco y las extremidades, subraya su papel en la biomecánica del cuerpo. La fascia pectoral y el músculo pectoral mayor deben considerarse juntos como una unidad miofascial que permite la modulación de la tensión entre diferentes segmentos del cuerpo<sup>47</sup>.

El estudio de Lin Jinde et al. analiza la anatomía de la fascia pectoral en cadáveres femeninos chinos y su aplicación potencial en la cirugía de aumento mamario. Este enfoque busca explorar la viabilidad de utilizar el plano subfascial para la mamoplastia de aumento, ofreciendo una alternativa a las técnicas submuscular y subglandular tradicionales. Se estudió la anatomía de 30 fascias pectorales en 15 cadáveres femeninos. Se realizaron incisiones transversales de 3 cm por encima o por debajo del pezón, extendiéndose medialmente hasta la línea media anterior, lateralmente hasta la línea axilar media, y hacia abajo hasta el músculo pectoral mayor. Después de identificar la fascia pectoral, se disecó en el plano subglandular y subfascial. Se midió el grosor de la fascia en cuatro sitios diferentes: la intersección de la línea medioclavicular y la tercera costilla (sitio superior), la intersección de la línea medioclavicular y la quinta costilla (sitio inferior), la intersección de la línea parasternal y la cuarta costilla (sitio medial) y la línea preaxilar y la cuarta costilla (sitio lateral)<sup>49</sup>.

La fascia pectoral está unida a la clavícula y al esternón, cubriendo el músculo pectoral mayor y siendo continua inferiormente con la fascia de la pared abdominal y lateralmente con la fascia de la espalda. La fascia pectoral, que puede ser disecada de manera roma en el plano subfascial, varía en grosor de 0.2 a 1.14 mm. Las ramas perforantes de vasos y nervios emergen principalmente en las fascias medial, lateral e inferior. El grosor promedio de la

fascia pectoral fue de 0.49 mm en el sitio superior, 0.60 mm en el inferior, 0.52 mm en el medial y 0.68 mm en el lateral. La dirección de las fibras de la fascia pectoral es casi perpendicular a la dirección de las fibras del músculo pectoral mayor, siendo de arriba-medial a abajo-lateral<sup>49</sup>.

Desde el uso inicial de implantes para la mamoplastia de aumento, los cirujanos han buscado un plano adecuado para la colocación de implantes mamarios. Los planos submuscular y subglandular son los más utilizados, pero presentan desventajas como la visibilidad de los bordes del implante en mujeres delgadas y una alta incidencia de contractura capsular fibrosa en el plano subglandular. El plano submuscular puede causar distorsión del implante y un período de recuperación prolongado. El plano subfascial ofrece ventajas sobre las técnicas convencionales, como una recuperación rápida, una forma de seno satisfactoria y una menor contractura capsular fibrosa. La fascia pectoral, aunque delgada, es un tejido denso que puede proporcionar una mayor cobertura de tejido blando sobre el implante en comparación con la fascia dorsal nasal utilizada en la rinoplastia. Las ramas laterales de los nervios intercostales segundo a sexto pasan a través del músculo serrato anterior, el músculo pectoral mayor y la fascia pectoral o a lo largo del borde lateral del músculo pectoral mayor hacia el seno. Las ramas anteriores de los nervios intercostales emergen junto al esternón desde el músculo pectoral mayor y la fascia pectoral hacia el seno. Las ramas perforantes de la arteria torácica interna y de la arteria torácica lateral también emergen del músculo pectoral mayor y la fascia pectoral hacia el seno<sup>49</sup>.

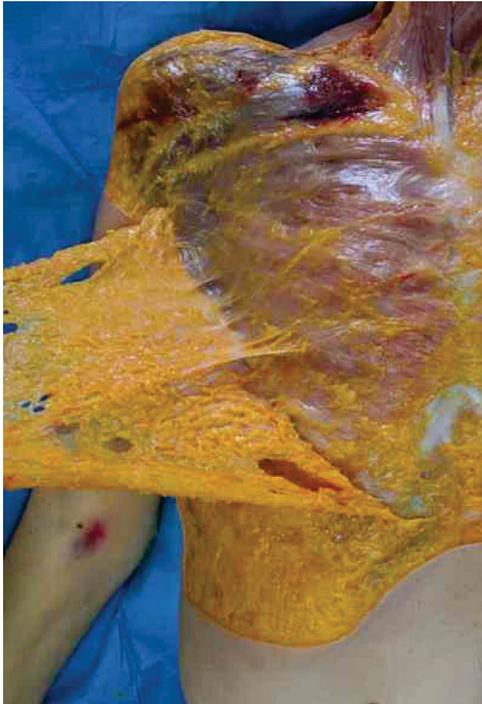


Figura 11. Se retira la fascia superficial para mostrar la fascia pectoral adherida al músculo pectoral mayor (Fuente: Stecco et al. 2009 The pectoral fascia: Anatomical and histological study<sup>47</sup>).



Figura 12. La capa superficial de la fascia pectoral pasa sobre el esternón (S) y continúa con la capa superficial de la fascia pectoral contralateral (PM), mientras que la capa profunda continúa con el periostio esternal. (X) Proceso xifoides (Fuente: Stecco et al. 2009 The pectoral fascia: Anatomical and histological study<sup>47</sup>).

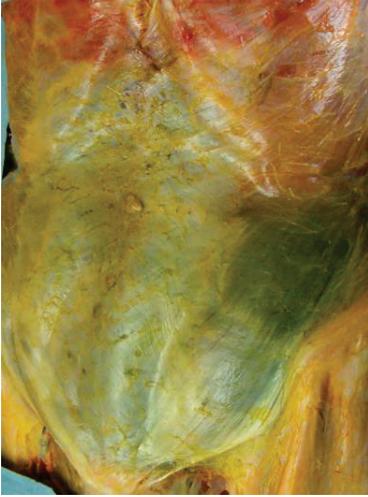


Figura 13. Fotografía del tronco que muestra la continuidad entre la fascia pectoral y las vainas del recto abdominal ipsilateral y contralateral (Fuente: Stecco et al. 2009 The pectoral fascia: Anatomical and histological study<sup>47</sup>).

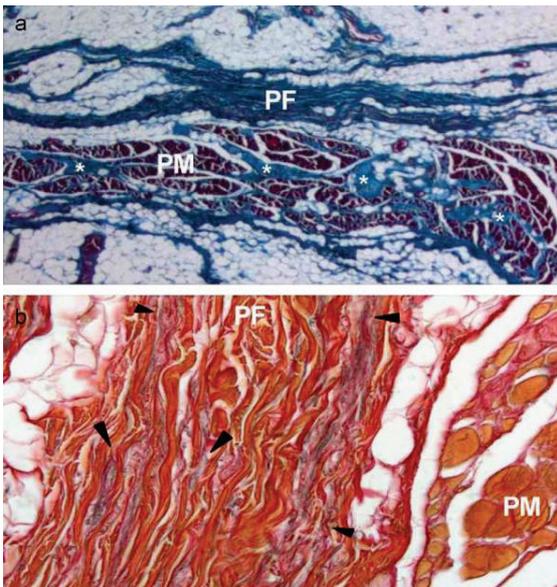


Figura 14. Dos muestras histológicas de la fascia pectoral. (A) Tinción Azan-Mallory, que muestra la conexión entre la fascia pectoral (PF) y el músculo pectoral (PM) mediante numerosos tabiques intramusculares. (B) Tinción van Gieson, que muestra una abundancia de fibras elásticas (flecha negra) (Fuente: Stecco et al. 2009 The pectoral fascia: Anatomical and histological study<sup>47</sup>).

En resumen, la técnica CPB, introducida en 2017, se basa en el concepto de continuidad fascial entre las fascias cervicales y torácicas, lo que debería permitir una distribución uniforme del anestésico local alrededor de la clavícula, particularmente en su tercio medio. No obstante, este enfoque contrasta con los conceptos anatómicos clásicos, que consideran a la clavícula como un punto de fijación de las fascias provenientes del cuello y el tórax. Por tanto, el objetivo general de esta tesis es definir y analizar el comportamiento de la distribución del anestésico local tras su administración en el periostio clavicular, especialmente en el contexto de fracturas del tercio medio de la clavícula.

## HIPÓTESIS

- En base a la descripción novedosa del comportamiento de las fascias alrededor de la clavícula, la envoltura circular completa de la CPF sobre el periostio clavicular y su continuidad con las fascias cervicales, se postula que la solución administrada mediante la técnica CPB produciría una distribución circunferencial completa alrededor del periostio clavicular.
- Dado que la fractura de clavícula interrumpe la continuidad del periostio y las fascias adherentes, se plantea que la solución administrada mediante la técnica CPB podría difundir hacia la región postero-inferior del periostio, alcanzando el foco de la fractura y proporcionando una cobertura anestésica más completa.
- La combinación de la técnica del CPB con la inyección en el MS proporcionará una distribución circunferencial completa de la solución administrada alrededor del periostio clavicular.

## OBJETIVOS

- Evaluación del patrón de distribución de una solución inyectada utilizando el bloqueo del plano de la fascia clavipectoral en modelos cadavéricos, con el objetivo de demostrar su dispersión sobre el periostio clavicular y los tejidos circundantes.
- Exploración de la distribución de la solución administrada mediante el bloqueo del plano de la fascia clavipectoral en modelos cadavéricos con fracturas en el tercio medio de la clavícula, y evaluar si la presencia de una fractura altera significativamente dicha distribución.
- Examinar la dispersión de la solución inyectada alrededor del periostio clavicular mediante la combinación del bloqueo del plano de la fascia clavipectoral y la inyección dentro del músculo subclavio en modelos cadavéricos. El objetivo fue evaluar si esta combinación proporciona una distribución mejorada de la solución en comparación con técnicas previas.

## MATERIAL Y MÉTODOS, RESULTADOS

### Bloqueo del plano de la fascia clavipectoral: un estudio anatómico

#### **Resumen estructurado**

**Antecedentes:** El bloqueo del plano de la fascia clavipectoral (CPB) es una estrategia novedosa de manejo anestésico propuesta por Valdes-Vilches para fracturas de clavícula. Este estudio tuvo como objetivo investigar la distribución de la solución inyectada alrededor de la clavícula y los tejidos circundantes.

**Métodos:** Se adquirieron doce muestras de clavícula de seis cadáveres. El CPB se realizó usando una solución de 20 mL que comprendía azul de metileno y agente de contraste yodado para mejorar la visibilidad de la dispersión de la sustancia inyectada. La difusión del azul de metileno se evaluó mediante disección anatómica a través de diferentes planos (subcutáneo, muscular superficial, muscular profundo y capas periosteales de la clavícula) en cinco cadáveres. Para comparar la distribución del azul de metileno, se realizaron escáneres CT en tres cadáveres.

**Resultados:** Se detectó azul de metileno en los nervios supraclaviculares medial, intermedio y lateral, así como en músculos superficiales como el deltoides, trapecio, esternocleidomastoideo y pectoral mayor. Sin embargo, no se observó tinción en el plano muscular profundo, incluyendo el subclavio, pectoral menor y fascia clavipectoral (CPF). El periostio anterosuperior mostró tinción en el 54% de la superficie, mientras que solo el 4% de la superficie posteroinferior. Las imágenes de CT mostraron tinción de contraste en la región periclavicular anterosuperior, consistente con las observaciones de secciones sagitales y disecciones anatómicas.

**Conclusión:** El CPB distribuye eficazmente la solución administrada en la región anterosuperior del periostio clavicular, el plano muscular superficial y los nervios supraclaviculares. Sin embargo, no afecta la región posteroinferior del periostio clavicular ni el plano muscular profundo, incluyendo la CPF.

# Clavipectoral fascia plane block spread: an anatomical study

Hipolito Labandeyra <sup>1</sup>, Cristina Heredia-Carques <sup>2</sup>, José Cros Campoy,<sup>3</sup> Luis Fernando Valdes-Vilches,<sup>4</sup> Alberto Prats-Galino <sup>5</sup>, Xavier Sala-Blanch <sup>1,6</sup>

<sup>1</sup>Human Anatomy and Embryology Unit, Universitat de Barcelona Facultat de Medicina i Ciències de la Salut, Barcelona, Catalunya, Spain

<sup>2</sup>Anesthesia, Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, Barcelona, Spain

<sup>3</sup>Anesthesia, Royal Wolverhampton Hospitals NHS Trust, Wolverhampton, UK

<sup>4</sup>Anesthesia, Hospital Costa del Sol, Marbella, Spain

<sup>5</sup>Laboratory of Surgical Neuroanatomy (LSNA); Human Anatomy and Embryology, Universitat de Barcelona Facultat de Medicina i Ciències de la Salut, Barcelona, Catalunya, Spain

<sup>6</sup>Anesthesiology, Hospital Clinic de Barcelona, Barcelona, Spain

## Correspondence to

Dr Xavier Sala-Blanch, Anesthesiology, Hospital Clinic de Barcelona, Barcelona, Spain; xavisala.blanch@gmail.com

Received 27 June 2023

Accepted 25 August 2023

## ABSTRACT

**Background** The clavipectoral fascia plane block (CPB) is a novel anesthetic management strategy proposed by Valdes-Vilches for clavicle fractures. This study aimed to investigate the distribution of the injected solution around the clavicle and the surrounding tissues.

**Methods** Twelve clavicle samples were acquired from six cadavers. CPB was conducted using a 20 mL solution comprising methylene blue and iodinated contrast agent to improve visibility of the injected substance's dispersion. Methylene blue spread was assessed through anatomical dissection across distinct planes (subcutaneous, superficial muscular, deep muscular, and periosteal layers of the clavicle) in five cadavers. For the purpose of comparing methylene blue distribution, CT scans were performed on three cadavers.

**Results** Methylene blue was detected in the medial, intermediate, and lateral supraclavicular nerves, as well as superficial muscles including the deltoid, trapezius, sternocleidomastoid, and pectoralis major. However, no staining was observed in the deep muscle plane, including the subclavius, pectoralis minor, and clavipectoral fascia (CPF). Anterosuperior periosteum exhibited staining in 54% of surface, while only 4% of the posteroinferior surface. CT images displayed contrast staining in anterosuperior periclavicular region, consistent with observations from sagittal sections and anatomical dissections.

**Conclusion** The CPB effectively distributes the administered solution in the anterosuperior region of the clavicular periosteum, superficial muscular plane, and supraclavicular nerves. However, it does not affect the posteroinferior region of the clavicular periosteum or the deep muscular plane, including the CPF.

## INTRODUCTION

Surgical treatments for fractures of the clavicle have increased in incidence over the last few years.<sup>1</sup> Regional anesthesia techniques have clear advantages when compared with general anesthesia. These advantages include better analgesic profiles, reduced use of postoperative opioids, shorter hospital stays and higher patient satisfaction.<sup>2</sup> The interscalene brachial plexus block (IBPB), alone or in combination with the cervical superficial plexus block (CSPB), has traditionally been adopted as the gold standard anesthetic intervention for surgery of the clavicle.<sup>3</sup> Nevertheless, ipsilateral phrenic nerve paralysis remains a clear disadvantage of these blocks when used in patients with respiratory compromise.<sup>4</sup>

In 2017, Valdes-Vilches<sup>5</sup> proposed a new strategy for the anesthetic management of fractures of the middle third of the clavicle: the clavipectoral fascia plane block (CPB). CPB is a relatively simple block to perform, with a clearly recognizable anatomical landmark: the clavicle.<sup>6–8</sup> It claims to provide surgical anesthesia and analgesia throughout the blockade of the peripheral nerve branches that are responsible for the innervation of the clavicle.<sup>6–8</sup> Its nomenclature was adopted with the assumption in mind that the layout of the clavipectoral fascia (CPF) plays a determinant role in the spread of the local anesthetic solution.<sup>9,10</sup>

The CPF is a complex structure located in the anterior axillary wall and behind the clavicular fascicle of the pectoralis major muscle.<sup>11,12</sup> It occupies the space between the pectoralis minor and the subclavius muscle and provides support and protection to the axillary vessels and the brachial plexus.<sup>11,12</sup> The CPF is also interconnected with other fascial structures that originated from the neck and the anterosuperior region of the thorax. Some authors<sup>6,13</sup> have suggested that these fascias adopt a circumferential wrap around the clavicle that facilitates the spread of local anesthetic solution around the periosteum of the clavicle. This description is, however, in conflict with the classic literature of anatomical studies<sup>9,10</sup> where fascias are depicted anchoring into the periosteum at the point of contact, thereby limiting the spread of a solution from one anatomical area to another. Indeed, the limiting factor for the distribution of the injected volume into the clavicular periosteum when applying the CPB technique would be defined by the insertions of the CPF into the clavicle. Nevertheless, the existing literature on the distribution of a solution administered via the CPB technique remains limited to isolated studies.<sup>10,13</sup> This knowledge gap has prompted us to undertake the present investigation. Our anatomical investigation aims to evaluate the distribution pattern of an injected solution using the CPB technique, with the objective of demonstrating its dispersion over the clavicle and the surrounding tissues in a cadaveric model.

## METHODS

### Sampling

We conducted a cadaveric study at the Anatomy Laboratory of the Department of Embryology and Human Anatomy at the Medical School of the UB. Six unembalmed human fresh cadavers were studied, thus generating 12 clavicle samples. No prior history of trauma or surgical interventions



© American Society of Regional Anesthesia & Pain Medicine 2023. No commercial re-use. See rights and permissions. Published by BMJ.

**To cite:** Labandeyra H, Heredia-Carques C, Campoy JC, et al. *Reg Anesth Pain Med* Epub ahead of print: [please include Day Month Year]. doi:10.1136/rapm-2023-104785

## Brief technical report

were recorded in any of the cadaveric samples used for our study. Cadaver models were kept at a temperature of 4°C for 36 hours until the standard safety criteria for dissection were met.

### Description of scanning and injection technique

CPB blocks were performed, as described by Valdes-Vilches *et al.*,<sup>6–8</sup> by two experienced anesthesiologists in ultrasound-guided regional anesthesia (HL, XS-B), using a high-frequency (6–13 MHz) linear transducer (HFL38x) and a M-Turbo ultrasound machine (Sonosite, Fujifilm, Bothell, Washington, USA).

The CPB was performed with the cadaver in a supine position, using a linear probe placed over the clavicle in a sagittal orientation. The probe was moved along the clavicle to locate the two injection points: the medial border of the trapezius muscle's clavicular insertion for the first injection and the lateral border of the clavicular insertion of the sternocleidomastoid muscle (SCM) for the second injection. An in-plane approach was used, using a 22-gauge, 30-degree bevel, and a 50 mm insulated needle (Stimuplex 360, B Braun, Melsungen, Germany) advanced in-plane from the chest side in a caudal to cranial direction. The periosteum of the clavicle, seen as a hyperechoic line, was visualized with the ultrasound transducer, and the bundle of the pectoralis major muscle, the CPF, and the subclavius muscle were clearly identified caudally to the clavicle. The needle was advanced until contact was made with the clavicular periosteum and then slightly withdrawn before injecting a 10 mL solution containing a mixture of sterile saline with methylene blue 0.02% (methylene blue 1%, sterile solution CSP 5 mL, Allon Padial) and iodinated contrast 50% (Omnipaque 300 mg iodine/mL; General Electric Healthcare) at each of the previously described injection points. The fascia was clearly seen lifting off the periosteum when observing a caudal to cephalic spread of the injectate.

### Description of anatomical and imaging studies

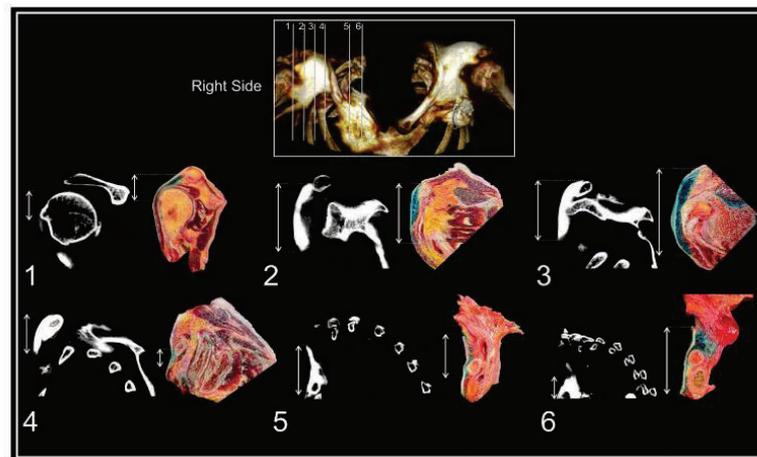
CT scans were conducted on three cadaver models (no. 4 to 6) using the Somatom Sensation 64 system (Siemens Medical System, Erlangen, Germany). CT image reconstruction was used to calculate the dispersion of iodine contrast along the longitudinal and

vertical axes of tissues, and these measurements were compared with the results of anatomy dissection to assess the distribution pattern in both methodologies.

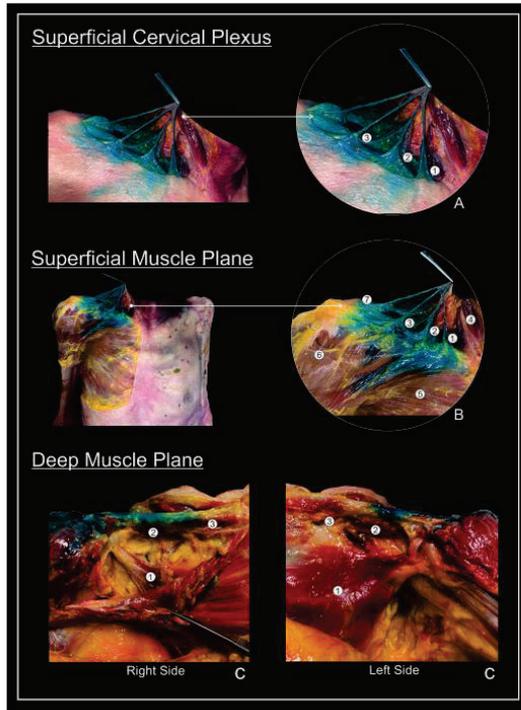
An anatomical section of one cadaver model (no. 6) was taken. Prior to the examination, it was frozen at –20°C for 24 hours. It was then placed in a supine position and serially sliced in the sagittal plane (slice thickness of 2 cm) from lateral to medial (using a band saw) to evaluate the distribution of methylene blue solution in the body tissues and to compare to the spread of iodine in the images obtained through the CT.

Anatomical dissection of the clavicle area by planes was performed on five cadaver models (no. 1 to 5) in both hemibodies to assess the presence and distribution pattern of methylene blue in the tissues. The dissection was conducted in four layers, with a waiting period of at least 4 hours after injection and a temperature range of 22–23°C to facilitate the spread and staining of the injected solution in the cadaver tissues. The dissection proceeded layer by layer, starting with the superficial plane (level 1) which included the skin, subcutaneous tissues, and supraclavicular nerves (medial, intermediate, and lateral) from the sternoclavicular region. The next layer was the superficial muscle plane (level 2), consisting of the deltoid, trapezius, SCM, and pectoralis major muscles. The dissection then progressed to the deep muscle plane (level 3), which included the subclavius muscle, pectoralis minor, and CPF, before reaching the clavicular periosteum plane (level 4).

Ten clavicles, five right and five left, of cadaver models (no. 1 to 5) were extracted and photographed in their anterosuperior and posteroinferior planes. These photographs were used to create a stained surface image of each clavicle model. The clavicles were homogenized on a reference model created on a geometric plane at a 1:1 scale using Corel Draw V.X7 software (Corel Corporation, Ottawa, Canada). The anterosuperior and posteroinferior surfaces of each stained clavicle were then filled in based on the distribution pattern of each sample. To obtain a symmetrical right clavicle with the same spatial orientation, the drawing of the left clavicles was duplicated and reflected using the same software. The resulting files were exported in



**Figure 1** Depicts the correlation between the results of CT images and sagittal slices of sectional anatomy in a cadaver (no. 6). The consecutive sagittal slices of CT (with iodine contrast) and sectional anatomical (with methylene blue) demonstrate consistent results in the clavicular area from lateral to medial. Arrows indicate the distribution of iodine in the CT images and methylene blue in the sagittal sections of sectional anatomy.



**Figure 2** Dissection of the superficial plane. In (A), the staining is visible at the medial (1), intermediate (2), and lateral (3) supraclavicular nerves originating from the superficial cervical plexus. (B) A detailed distribution of the stain over the area of innervation of the supraclavicular nerves and its anatomical relationship with the superficial muscular plane, including the sternocleidomastoid (4), pectoralis major (5), deltoid (6), and trapezius (7). (C) The dissection of the deep muscle plane, the right and left areas show the absence of stain in the deep muscular plane: subclavius (1), pectoralis minor (2), and CPF (3), in both clavicles.

JPG format and imported into Amira Visage Imaging software (San Diego, California, USA) to segment the diffusion on each clavicular surface. The segmentations were superimposed and summed to create a probabilistic map of the color spectrum and temperature, where blue (cold) corresponded to a staining percentage of 0% and red (warm) corresponded to a staining percentage of 100%.

**RESULTS**

The CT images revealed a widespread distribution of contrast staining in the anterosuperior periclavicular area, affecting the superficial muscle plane while sparing the deeper muscle planes. On comparing the sagittal cuts of the anatomy with the sagittal CT images, a similar correlation was found between the distribution of contrast (iodine) on CT and methylene blue in the tissues (figure 1).

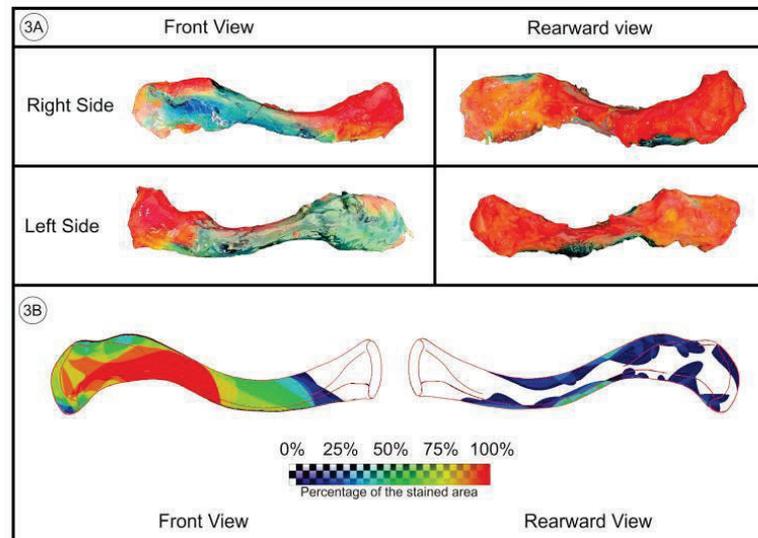
Anatomical dissection of the superficial plane (first level) revealed the presence of methylene blue on the medial, intermediate, and lateral supraclavicular nerves originating from the cervical superficial plexus (CSP) in all cases (90%) (figure 2A, table 1), as well as the superficial muscular plane parts (second

**Table 1** Summarizes the distribution of the injected solution after CPB in our cadaveric models

Cadaver sample	Side	Superficial muscle plane										Deep muscle plane					Clavicular periosteum			
		Cervical superficial plexus	Deltoid	Pectoralis major	Pectoralis minor	Fascia clavipectoral	Subclavius	Anterosuperior	Inferoposterior	%	Sternocleidomastoid	Trapezius	Pectoralis minor	Fascia clavipectoral	Subclavius	Anterosuperior	Inferoposterior	%	%	
1	Right	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	2%	55%	80%
	Left	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	5%	52%	+
2	Right	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	10%	47%	+
	Left	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	7%	70%	+
3	Right	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	0%	45%	-
	Left	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	6%	48%	+
4	Right	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	3%	52%	+
	Left	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	0%	60%	-
5	Right	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	10%	77%	+
	Left	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	2%	76%	+
Summarize #		90%	100%	100%	100%	60%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	53.5% (49-68)	80%	4%	(49-7)	

The table includes information on the surface area of the stained and unstained regions, as well as the percentage of the clavicular periosteum that was stained. The symbol '+' represents the data expressed as percentages of cases or as medians (IQR 25-75) based on variables. CPB, clavipectoral fascia plane block.

## Clavicular Plane



**Figure 3** The results of our analysis of the clavicular periosteum. In (A) (upper), a dissection of the clavicular periosteum is presented. The stain appears over the anterosuperior area of the clavicle, while the posteroinferior region appears unstained. (B) (Bottom) Displays the probabilistic map of our sample, detailing the percentage of the stained area in the anterior and posterior periosteum.

level) of the deltoid (100%), trapezius (100%), SCM (60%), and pectoralis major muscles (100%) (figure 2B, table 1). In the deep muscle plane (third level), the subclavius, pectoralis minor, and the CPF were not stained in any of the cases (figure 2C, table 1). At the end of the dissection of the clavicular periosteum plane (fourth level), we observed the longitudinal plane distribution of methylene blue in 53.5% of the anterosuperior surface, leaving the posteroinferior area unaffected (figure 3A, table 1).

A probabilistic map of the color spectrum and temperature was developed to obtain the distribution pattern of methylene blue and the stained surface area on the anterosuperior and posteroinferior faces of the clavicular periosteum (figure 3B). The distribution pattern on the anterosuperior face is located in the intermediate and lateral region of the clavicular periosteum; the medial part of the clavicle (sternoclavicular joint) is not stained in any case. The area with the greatest methylene blue staining (red color) is observed to be located at the junction of the middle third with the outer third of the clavicle. However, on the posteroinferior face, the distribution pattern is detailed with a slight methylene blue staining limited to the margins of the clavicular periosteum (blue color), without affecting the medial region of the clavicle (figure 3B).

Finally, table 1 summarizes the characteristics of the distribution of the injected volume in the five cadaveric samples dissected by planes.

### DISCUSSION

The results of our anatomical study do not support the widely held view that the CPF surrounds the clavicle. Anatomical dissection of the superficial plane revealed the presence of methylene blue on the supraclavicular nerve branches of the CSP and the superficial muscle plane. However, the deep muscle plane and the CPF were not stained in any of the cases. In the

clavicular periosteum, we observed a distribution of the methylene blue in the anterosuperior area, leaving the posteroinferior area minimally unaffected. The spread observed in this study do not suggests that both layers of the CPF surround the subclavius muscle and anchor to the inferior margin of the clavicle, without any connectivity to other fascias in the neck or thorax.<sup>9</sup>

There exist many contradictions about the anatomy of the CPF. Classical descriptions<sup>11 12 14</sup> recount a large connective tissue layer located in the anterior thorax region where the fascia is found between the pectoral minor and the subclavius muscle, and is said to be wrapping both. More recent anatomical studies<sup>15-17</sup> have questioned such a simplification and have rather advocated the existence of two separate but interconnected layers; a large interpectoral layer that is attached to the anterior edge of the clavicle and in close proximity with the pectoral and deep cervical fascia (with the latter surrounding and merging with both the SCM and trapezius muscle), and a second retropectoral layer that attaches to the posterior edge of the clavicle and lies next to the deep cervical and the omohyoid fascia.<sup>14</sup> Other authors have postulated a connection between the pectoral fascia and the deep cervical fascia.<sup>18</sup>

Regional anesthesia techniques used in surgery for clavicle fractures have traditionally used the IBPB alone, or in combination with CSPB.<sup>3</sup> However, it is not devoid of complications that include nerve injury, vertebral artery injection, Horner's syndrome and ipsilateral phrenic nerve palsy, of particular relevance in patients with respiratory compromise.<sup>4 19 20</sup> The CPB is a simple and easy block to implement. It has clearly defined anatomical and ultrasonographic landmarks and provides surgical anesthesia and analgesia of the clavicle without sensorimotor blockade of the principal nerves of the brachial plexus, thereby avoiding the complications associated with the IBPB and the CSPB.<sup>6-8</sup> The results of our study suggested that the

supraclavicular branches of the CSP, which innervate the periosteum of the middle third of the clavicle, are consistently stained after CPB.

Our study has several limitations. (1) Our sample size was relatively small and therefore may not have fully accounted for the spectrum of possible anatomical variation. (2) Dye injectate spread in cadaveric specimens may not replicate in vivo conditions due to differences in elasticity, permeability and irrigation characteristics of the tissues. (3) All cadaver specimens from our study originated from elderly individuals with osteoarthritic and degenerative changes that could have also altered the dye's distribution. (4) All clavicle samples used in our study were intact and not fractured. (5) Nerve staining pattern cannot definitely confirm analgesic effect and will require further clinical evaluation.

In conclusion, the CPB block produces a distribution of the administered solution in the anterosuperior region of the clavicular periosteum, the superficial muscular plane, and the supraclavicular nerves originating from the CSP, without affecting the posteroinferior region of the clavicular periosteum and the deep muscular plane, including the CPF. Therefore, we can state that the CPF does not produce a circular wrap around the clavicle, which is why it does not play any role in the mechanism of action of this block.

#### Collaborators No.

**Contributors** HL: Participated in study design and dissection, data analysis, and manuscript preparation. Attestation: HL approved the final manuscript. Conflicts of interest: None. CH: Participated in study design and manuscript preparation. Attestation: CH approved the final manuscript. Conflicts of interest: None. JC: Participated in manuscript preparation. Attestation: JC approved the final manuscript. Conflicts of interest: None. LV-V: Participated in study design and manuscript preparation. Attestation: LV-V approved the final manuscript. Conflicts of interest: None. AP-G: Participated in manuscript preparation. Attestation: AP-G approved the final manuscript. Conflicts of interest: None. XSB: Participated in study design and dissection, data analysis, and manuscript preparation. Attestation: XSB approved the final manuscript. Conflicts of interest: None.

**Funding** The authors have not declared a specific grant for this research from any funding agency in the public, commercial or not-for-profit sectors.

**Competing interests** None declared.

**Patient consent for publication** Not applicable.

**Ethics approval** This study was approved by the Research Ethics Committee of the University of Barcelona (UB) (IRB00003099), Barcelona, Spain,

**Provenance and peer review** Not commissioned; externally peer reviewed.

#### ORCID iDs

Hipólito Labandeyra <http://orcid.org/0000-0002-1379-2516>

Cristina Heredia-Carques <http://orcid.org/0009-0006-8542-345X>  
Alberto Prats-Galino <http://orcid.org/0000-0002-2710-6433>  
Xavier Sala-Blanch <http://orcid.org/0000-0002-9126-0179>

#### REFERENCES

- Ropars M, Thomazeau H, Hutten D. Clavicle fractures. *Orthop Traumatol Surg Res* 2017;103:S53–9.
- Hutton M, Brull R, Macfarlane AJR. Regional anaesthesia and outcomes. *BJA Educ* 2018;18:52–6.
- Olofsson M, Taffé P, Kirkham KR, et al. Interscalene brachial plexus block for surgical repair of Clavicle fracture: a matched case-controlled study. *BMC Anesthesiol* 2020;20:91.
- Stundner O, Meissnitzer M, Brummett CM, et al. Comparison of tissue distribution, Phrenic nerve involvement, and epidural spread in Standard- vs low-volume ultrasound-guided interscalene plexus block using contrast magnetic resonance imaging: A randomized, controlled trial. *Br J Anaesth* 2016;116:405–12.
- Valdés-Vilches L. Abs-tracts and highlight papers of the 36th annual European Society of regional anaesthesia & pain therapy (ESRA) Congress 2017. 2017.
- Ince I, Kilicaslan A, Roques V, et al. Ultrasound-guided Clavipectoral Fascial plane block in a patient undergoing Clavicular surgery. *J Clin Anesth* 2019;58:125–7.
- Labandeyra H, Furmo JL, Campos JL, et al. Ultrasound-guided Clavipectoral Fascial plane block for middle third Clavicular fracture: A case series. *Rev Esp Anestesiol Reanim* 2022;69:683–8.
- Zhuo Q, Zheng Y, Hu Z, et al. Ultrasound-guided Clavipectoral Fascial plane block with intermediate Cervical plexus block for Midshaft Clavicular surgery: A prospective randomized controlled trial. *Anesth Analg* 2022;135:633–40.
- Labandeyra H, Heredia C, Valdés-Vilches LF, et al. Clavipectoral Fascial plane block: is this Hyperreality. *Anesth Analg* 2022;135:e23–4.
- Yamak Altinpulluk E, Galluccio F, Sabouri AS, et al. Redefining Clavipectoral Fascial block for Clavicular surgery: response to Dr. Ince et al. *J Clin Anesth* 2020;61:109645.
- Rouviere H, Delmas A. Anatomía Humana Descriptiva, Topográfica Y Funcional. Vol. 2. editorial Médica Panamericana; 2018. Capítulo 17, La Región del Hombro, Laaxila Y El Brazo. 2018: 549–51.
- Testut L, Latarjet A. *Tratado de anatomía humana*. Barcelona: Editorial Salvat, 1994; 908–10.
- Ince I, Kilicaslan A, Roques V, et al. The Clavipectoral Fascial plane block: reply to Dr. J. *Clin Anesth* 2020;61:109681.
- ABBOTT LC, LUCAS DB. The function of Clavicle; its surgical significance. *Ann Surg* 1954;140:583–99.
- King B, Shortis A. Functional Axillary anatomy: time for a new look at the Clavipectoral Fascia? *ANZ J Surg* 2012;82:576–7.
- Poittevin LA, Postan D, et al. New research on 34 cases. *Rev Argentina Anatomía Online* 2016;VIII(2):70–5.
- Moya D, Poittevin LA, Postan D, et al. The medial Coracoclavicular ligament: anatomy, Biomechanics, and clinical relevance—a research study. *JSES Open Access* 2018;2:183–9.
- Buntine JA. The Omohyoid muscle and Fascia: morphology and anomalies. *Aust N Z J Surg* 1970;40:86–8.
- Nelson M, Reens A, Reda L, et al. Profound prolonged bradycardia and hypotension after interscalene brachial plexus block with bupivacaine. *J Emerg Med* 2018;54:e41–3.
- Jones MR, Novitch MB, Sen S, et al. Upper extremity regional anesthesia techniques: A comprehensive review for clinical Anesthesiologists. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2020;34:e13–29.

## Bloqueo del plano de la fascia clavipectoral en fracturas de la clavícula media: Un estudio cadavérico

### **Resumen estructurado**

**Objetivo del estudio:** El objetivo de este estudio anatómico fue investigar la distribución de una solución administrada utilizando la técnica de bloqueo del plano de la fascia clavipectoral (CPB) en una serie de modelos cadavéricos con fracturas de clavícula media. El estudio tenía como objetivo abordar la brecha de conocimiento respecto al impacto de las fracturas claviculares en el patrón de distribución de la solución administrada con CPB.

**Diseño:** Estudio observacional cadavérico.

**Entorno:** La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de la Universidad de Barcelona, adherida a las pautas y estándares éticos de la institución.

**Pacientes:** Se utilizaron cinco cadáveres humanos no embalsamados, generando diez muestras de clavícula.

**Intervenciones:** Se indujo una fractura post mortem en el tercio medio de la clavícula utilizando un martillo de borde romo, simulando una fractura de clavícula media.

**Mediciones:** Se realizó una disección anatómica en tres planos: el plano muscular superficial, el plano muscular profundo y el plano del periostio clavicular. Se utilizó tinción con azul de metileno para evaluar el patrón de distribución.

**Resultados principales:** En el plano muscular superficial, se observó azul de metileno en el deltoides (100%), pectoral mayor (100%), esternocleidomastoideo (SCM) (70%) y músculos trapecios (100%). Por el contrario, el plano muscular profundo, incluyendo el músculo subclavio, pectoral menor y la fascia clavipectoral (CPF), no mostró tinción. En el plano del periostio clavicular, el azul de metileno se distribuyó predominantemente en la región anterosuperior (57.3%), con un impacto mínimo en el área posteroinferior (6.5%).

**Conclusiones:** El estudio revela que la presencia de una fractura de clavícula media no altera significativamente el patrón de difusión de la solución administrada con CPB, manteniendo una distribución constante en modelos de clavícula intacta y fracturada.



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Clinical Anesthesia

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/jclinane](http://www.elsevier.com/locate/jclinane)



Original Contribution

## Clavipectoral fascia plane block in midshaft clavicle fractures: A cadaveric study

Hipólito Labandeyra, MD<sup>a</sup>, Cristina Heredia, MD<sup>b</sup>, Luis Fernando Váldez-Vilches, MD<sup>c</sup>, Alberto Prats-Galino, PhD<sup>d</sup>, Xavier Sala-Blanch, MD<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Human Anatomy and Embryology Unit, Faculty of Medicine and Health Sciences, Universitat de Barcelona, Barcelona, Spain

<sup>b</sup> Anesthesia, Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, Barcelona, Spain

<sup>c</sup> Anesthesia, Hospital Costa del Sol, Málaga, Spain

<sup>d</sup> Laboratory of Surgical Neuroanatomy (LSNA). Human Anatomy and Embryology Unit, Faculty of Medicine and Health Sciences, Universitat de Barcelona, Barcelona, Spain

### HIGHLIGHTS

- CPB in Clavicular Fractures: Examining periosteum distribution.
- CPB Impact: Superficial muscle plane affected deep muscular plane unaltered.
- CPB in the clavicular periosteum: Anterosuperior influence.
- Fracture's Effect in CPB: No enhancement in postero-inferior periosteum.

### ARTICLE INFO

#### Keywords:

Clavipectoral fascia plane block  
Regional anesthesia  
Upper limb  
Midshaft clavicle fracture  
Clavipectoral fascia

### ABSTRACT

**Study objective:** The objective of this anatomical study was to investigate the distribution of a solution administered using the Clavipectoral Fascia Plane Block (CPB) technique in a series of cadaveric models with midshaft clavicular fractures. The study aimed to address the knowledge gap regarding the impact of clavicular fractures on the distribution pattern of the CPB-administered solution.

**Design:** Observational cadaveric study.

**Setting:** The research was conducted in the laboratory setting of the University of Barcelona, adhering to the institution's ethical guidelines and standards.

**Patients:** Five unembalmed human cadavers were used, generating ten clavicle samples.

**Interventions:** A postmortem fracture was induced in the middle third of the clavicle using a blunt-edged hammer, simulating a midshaft clavicular fracture.

**Measurements:** Anatomical dissection was performed in three layers: the superficial muscle plane, deep muscle plane, and clavicular periosteum plane. Dye staining with methylene blue was utilized to assess the distribution pattern.

**Main results:** In the superficial muscular plane, methylene blue was observed in the deltoid (100%), pectoralis major (100%), sternocleidomastoid (SCM) (70%), and trapezius muscles (100%). Conversely, the deep muscular plane, including the subclavius muscle, pectoralis minor, and Clavipectoral Fascia (CPF), exhibited no staining. At the clavicular periosteum plane, methylene blue distributed predominantly to the antero-superior region (57.3%), with a minimal impact on the postero-inferior area (6.5%).

**Conclusions:** The study reveals that the presence of a midshaft clavicular fracture does not significantly alter the diffusion pattern of the CPB-administered solution, maintaining a consistent distribution in both intact and fractured clavicle models.

\* Corresponding author at: Department of Anesthesiology, Hospital Clinic, University of Barcelona, C/ Villarroel 170, 08036 Barcelona, Spain.  
E-mail address: [xsala@clinic.cat](mailto:xsala@clinic.cat) (X. Sala-Blanch).

<https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2024.111469>

Received 18 October 2023; Received in revised form 17 February 2024; Accepted 3 April 2024

Available online 27 April 2024

0952-8180/© 2024 The Authors. Published by Elsevier Inc. This is an open access article under the CC BY-NC license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

1. Introduction

The clavipectoral fascia plane block (CPB) has garnered significant clinical interest for its role in anesthetic and analgesic management in midshaft clavicular fractures [1–4]. This technique involves blocking the terminal nerve branches responsible for innervating the clavicle [5,6]. Anatomical studies conducted on intact clavicle models [7–9] using the CPB have indicated that the CPF does not create a circular encasement around the clavicle. Moreover, these studies [7–9] have demonstrated that the CPB block effectively distributes the administered solution to the anterosuperior region of the clavicular periosteum, while leaving the posteroinferior region unaffected. However, fractures disrupt the periosteum’s continuous integrity and the adherent fascia, potentially creating a conduit between the anterior-superior and posterior-inferior regions. This phenomenon raises the possibility of the administered solution, using the CPB technique, diffusing throughout the posterior clavicular periosteum, including the focus of the fracture.

The objective of this anatomical study is to assess the distribution of the solution administered through the CPB technique in a series of cadaveric models presenting midshaft clavicular fractures.

2. Methods

2.1. Sampling

Following approval from the Research Ethics Committee of the University of Barcelona (UB), Barcelona, Spain, a cadaveric study was conducted at the Anatomy Laboratory of the Department of Embryology and Human Anatomy at the Medical School of the UB. A total of five unembalmed human cadavers, devoid of any history of prior trauma or surgical interventions to the shoulder girdle, were included in the study, resulting in a total of ten clavicular samples.

To ensure optimal specimen conditions, the cadaveric models were stored at a constant temperature of 4 °C for 36 h, in accordance with standard safety criteria for dissection. During the preservation period, a postmortem fracture was intentionally induced in the middle third of the clavicle using a blunt-edged hammer, resulting in direct trauma to the midclavicular line. Following the fracture, we observed a slight displacement.

2.2. Description of injection technique

CPB blocks were performed, as described by Váldez-Vilches et al. [2–4] by two experienced anesthesiologists in ultrasound-guided regional anesthesia (HL; XSB), using a high frequency (6–13 MHz) linear transducer (HFL38x) and a M-Turbo ultrasound machine (Sono-site, Fujifilm, Bothell, Washington, USA).

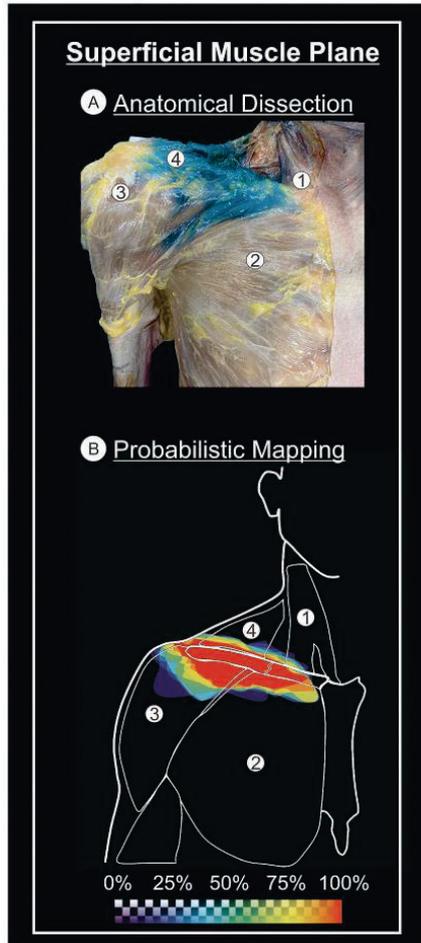
The CPB was performed with the cadaver in a supine position, using a linear probe placed over the clavicle in a parasagittal plane. The ultrasound beam was directed caudally, ensuring it was perpendicular to the superior surface of the clavicle, visualizing it as a hyperechoic line parallel to the skin. A complete scan of the entire length of the clavicle was then conducted until identifying the fracture site. The transducer was then moved to identify the healthy periosteum, the clavipectoral fascia just above it, and the pectoralis major muscle caudally. On both sides of the fracture, two injection points were identified: the first injection point was located at the medial border of the clavicular insertion of the trapezius muscle, and the second injection point was at the lateral border of the clavicular insertion of the sternocleidomastoid muscle (SCM). An in-plane approach was employed, using a 22-gauge needle with a 30-degree bevel and a 50 mm insulated needle (Stimuplex 360, B Braun, Melsungen, Germany).

The needle was advanced in-plane from the chest side in a caudal to cranial direction. The periosteum of the clavicle, seen as a hyperechoic line, was visualized with the ultrasound transducer, and the bundle of the pectoralis major muscle, the CPF, and the subclavius muscle were

Table 1 Summary of methylene blue distribution after performing the CPB technique in the series of cadaveric models with midshaft clavicular fracture. The table includes information on the surface area of the stained and unstained regions, as well as the percentage of the clavicular periosteum that was stained.

Cadaver sample	Side	Superficial Muscle Plane				Deep Muscle Plane			Clavicular Periosteum		
		Superficial Cervical Plexus	Deltoid	Pectoralis Major	Sternocleidomastoid	Trapezius	Pectoralis Minor	Fascia Clavipectoral	Subclavius	Antero-superior %	Infero-posterior %
1	right	+	+	+	+	+	+	+	+	64%	6%
	left	+	+	+	+	+	+	+	+	43%	4%
2	right	+	+	+	+	+	+	+	+	57%	7%
	left	+	+	+	+	+	+	+	+	44%	12%
3	right	+	+	+	+	+	+	+	+	72%	8%
	left	+	+	+	+	+	+	+	+	67%	5%
4	right	+	+	+	+	+	+	+	+	77%	9%
	left	+	+	+	+	+	+	+	+	69%	11%
5	right	+	+	+	+	+	+	+	+	46%	0%
	left	+	+	+	+	+	+	+	+	54%	3%
Summarize #		100%	100%	100%	70%	100%	0%	0%	100%	57.3% (45–68)	90% (3–9)

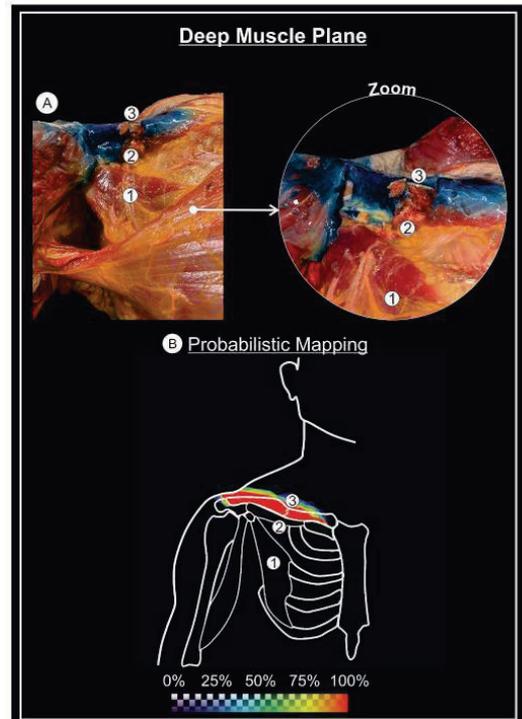
# Data expressed as percentages of cases or median (interquartile range 25–75) according to variables.



**Fig. 1.** Fig. 1A: Anatomical dissection of the superficial muscular plane showing the distribution of methylene blue in sternocleidomastoid (1), pectoralis major (2), deltoid (3), and trapezius (4). (For interpretation of the references to color in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)

**B:** Probabilistic map of the color spectrum and temperature, illustrating methylene blue distribution in the superficial muscular plane. Highlighted in red and yellow are pronounced impregnations in pectoralis major (2), deltoid (3), and trapezius (4), with a more moderate effect in the sternocleidomastoid muscle (1) (in green and blue). (For interpretation of the references to color in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)

clearly identified caudally to the clavicle. The needle was advanced until contact was made with the clavicular periosteum and then slightly withdrawn before injecting a 10 ml solution containing a mixture of sterile saline with methylene blue 0.02% (methylene blue 1%, sterile solution CSP 5 ml, Allon Padial) at each of the previously described injection points. The fascia was clearly seen lifting off the periosteum when observing a caudal to cephalic spread of the injectate.



**Fig. 2.** Fig. 2A: Detailed depiction of the absence of staining in the deep muscular plane, including the pectoralis minor muscle (1), subclavius muscle (2), and clavicle fracture (3). Notice the lack of staining at the fracture site (3) (zoom).

**B:** Probabilistic map of the color spectrum and temperature in the deep muscular plane, focusing on methylene blue diffusion in the anterosuperior region of the clavicular periosteum, particularly in the middle and outer thirds of the clavicle, with minimal effect on the inner third. No staining is observed in the pectoralis minor muscle (1), subclavius muscle (2). (For interpretation of the references to color in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)

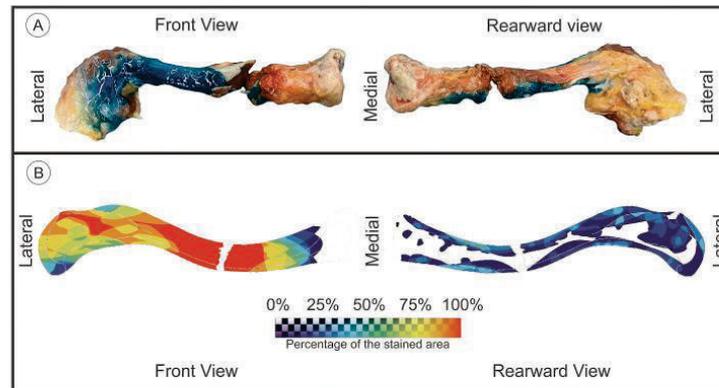
### 2.3. Anatomical dissection and probabilistic mapping

Anatomical dissection of the clavicle area was conducted on five cadaveric models, examining both hemibodies to assess the presence and distribution pattern of methylene blue within the tissues. The dissection followed a standardized protocol, consisting of four layers and a waiting period of at least 4 h post-injection, maintaining a temperature range of 22–23 °C to facilitate solution spread and staining in the cadaveric tissues. The dissection progressed through each layer, starting with the skin, subcutaneous tissues, and the supraclavicular nerves (medial, intermediate, and lateral) located over the clavicle.

Initially, the dissection focused on the superficial muscle plane (level one), encompassing the deltoid, trapezius, sternocleidomastoid (SCM), and pectoralis major muscles. Subsequently, it advanced to the deep muscle plane (level two), involving the subclavius muscle, pectoralis minor, and CPF, before reaching the clavicular periosteum plane (level three).

To ensure a consistent distribution pattern of methylene blue in each anatomical plane, a probabilistic map incorporating the color spectrum and temperature was generated for the entire sample. Following this, the stained area of the dye in each anatomical dissection plane of each

## Clavicular Plane



**Fig. 3.** Fig. 3A (Upper): Dissection of the clavicular periosteum, showing staining over the antero-superior area of the clavicle, while the postero-inferior region remains unstained.

B: (Bottom): Probabilistic map illustrating the percentage of the stained area in the anterior and posterior periosteum.

cadaveric sample was delineated on an anatomical figure employed as a reference model for the superficial muscle plane, deep muscle plane, and clavicular plane. In total, 30 figures were generated, with 10 for each anatomical plane. Each drawing was then digitized, and a 1:1 scale plane was established utilizing Corel Draw X7 software (Corel Corporation, Ottawa, Canada).

The resultant files were exported in JPG format and imported into Amira Visage Imaging Inc. software (San Diego, California, USA) to segment the diffusion on each surface. The segmentations were overlaid and summed to produce a probabilistic map, combining the color spectrum and temperature, wherein blue (representing cold) denoted a staining percentage of 0%, and red (representing hot) corresponded to a staining percentage of 100%.

### 3. Results

Anatomical dissection revealed the presence of methylene blue on the medial, intermediate, and lateral supraclavicular nerves originating from the superficial cervical plexus in all cases (100%) (Table 1). In the superficial muscular plane (first level), the presence of methylene blue was observed in the deltoid (100%), pectoralis major (100%), sternocleidomastoid (SCM) (70%), and trapezius muscles (100%) (Fig. 1A, Table 1).

In the deep muscle plane (second level), none of the components, including the subclavius, pectoralis minor, and Clavipectoral Fascia (CPF), showed any staining in any of the cases (Fig. 2A, Table 1). Upon completing the dissection of the clavicular periosteum plane (third level), a longitudinal distribution of methylene blue was observed. This distribution pattern encompasses 57.3% of the antero-superior surface, with the postero-inferior area exhibiting a minimal effect of 6.5% (Fig. 3A, Table 1).

A probabilistic map of the color spectrum and temperature was constructed to depict the distribution pattern of methylene blue and the stained surface area in all anatomical planes of the cadaveric models subjected to anatomical dissection. In the superficial muscle plane (first level) (see Fig. 1B), a significant impregnation of methylene blue was observed in the deltoid, trapezius, and pectoralis major muscles (indicated in red), with a moderate effect on the SCM (indicated in green). In the deep muscle plane (second level) (see Fig. 2B), none of its components exhibited any staining (indicated in blue). Finally, in the clavicular plane (third level) (see Fig. 3B), the distribution pattern on the antero-

superior face was observed to affect the middle third (indicated in red) and outer third (indicated in yellow) of the clavicular periosteum, with a minimal effect on the inner third (indicated in blue). The area with the most intense methylene blue staining (indicated in red) was noted at the junction of the middle third with the outer third of the clavicle. However, on the postero-inferior face, the distribution pattern was limited to the margins of the clavicular periosteum (indicated in blue) (see Fig. 3B).

Table 1 summarizes the characteristics of methylene blue distribution following the implementation of the CPB technique in the series of cadaveric models with midshaft clavicular fractures.

### 4. Discussion

The fracture focus at the midshaft of the clavicle disrupts the continuity of the periosteum and adhering fascia, including the Clavipectoral Fascia (CPF). This disruption may facilitate the diffusion of the administered solution using the Clavipectoral Fascia Plane Block (CPB) technique towards the postero-inferior region of the clavicular periosteum and deeper planes. Our results suggest that the initially proposed hypothesis for this study is null, as a similar pattern of solution diffusion can be observed in both intact clavicle models and those with a fracture focus.

When comparing our study's results with previous anatomical studies in intact clavicle models, which are similar and closely related, they do not support the widely held belief that the CPF completely encases the clavicle. The distribution pattern observed in this study implies that the CPF originates from the lower edge of the clavicular periosteum and surrounds the subclavius muscle, without connecting to other fasciae in the neck or thorax.

However, our study is not without limitations. (1) The sample size was relatively small, which may not fully account for the spectrum of possible anatomical variations. (2) Dye injectate spread in cadaveric specimens may not precisely replicate in vivo conditions due to differences in tissue elasticity, permeability, and irrigation characteristics. (3) The waiting time between injection and dissection is distant from clinical practice, where the clinical effect is established within about 30 min. We believe we might be overestimating the clinical effect. (4) All cadaver specimens were obtained from elderly individuals with osteoarthritic and degenerative changes, potentially affecting dye distribution. (5) The staining pattern of nerves, while informative, cannot

definitively confirm analgesic effects and will require further clinical evaluation. (6) it is essential to acknowledge that clavicular fractures in cadaveric models do not exhibit the physiological changes seen in living models, such as fracture displacement, hematoma formation, edema, inflammation, or thrombosis.

In light of our study's findings, we can assert that a midshaft clavicular fracture does not significantly alter the diffusion of the solution administered using the CPB technique from the anterior-superior region of the clavicular periosteum to the posterior-inferior region, including the fracture focus.

## 5. Conclusion

Our investigation demonstrates that the application of the CPB technique in cadaveric models with midshaft clavicular fractures produces a distribution of the administered solution in a manner similar to that in cadaveric models with intact clavicles. The CPB primarily affects the antero-superior region of the clavicular periosteum, the superficial muscle plane, and the supraclavicular nerves, without significantly impacting the posteroinferior region of the clavicular periosteum and the deep muscle plane, including the fracture focus.

## Funding

Supported by funding from the Department of Human Anatomy and Embryology, University of Barcelona, Barcelona, Spain.

## CRediT authorship contribution statement

**Hipólito Labandeyra:** Conceptualization, Formal analysis, Investigation, Methodology, Validation, Visualization, Writing – original draft, Writing – review & editing. **Cristina Heredia:** Conceptualization, Methodology, Validation, Writing – review & editing. **Luis Fernando Valdes-Vilches:** Formal Analysis, Supervision, Validation, Writing – review & editing. **Alberto Prats-Galino:** Formal analysis, Funding acquisition, Methodology, Supervision, Validation, Writing – review & editing. **Xavier Sala-Blanch:** Conceptualization, Data curation, Formal analysis, Funding acquisition, Investigation, Methodology, Project administration, Resources, Supervision, Validation, Visualization,

Writing – original draft, Writing – review & editing.

## Declaration of competing interest

The authors declare no conflicts of interest.  
AI is not used in this study.

## Acknowledgements

The authors would like to express their gratitude to Samanta Cisneros-Rodriguez for her invaluable contribution in the design of the figures.

## References

- [1] Valdés-Vilchez L. Analgesia for clavicular surgery fractures. In: Abstracts and Highlight Papers of the 36th Annual European Society of Regional Anesthesia & Pain Therapy (ESRA) Congress. 42. Reg Anesth Pain Med; 2017. E1–200.4.
- [2] Ince I, Kilicaslan A, Roques V, Elsharkawy H, Valdes L. Ultrasound-guided clavipectoral fascial plane block in a patient undergoing clavicular surgery. J Clin Anesth 2019;58(June):125–7. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2019.07.011>.
- [3] Labandeyra H, Furno JL, Campos JL, Roques Escolar V, Valdés Vilches LF. Ultrasound-guided clavipectoral fascia plane block for middle third clavicular fracture: a case series. Rev Esp Anestesiol Reanim 2022;69(10):683–8. <https://doi.org/10.1016/j.redar.2021.12.006>.
- [4] Zhuo Q, Zheng Y, Hu Z, et al. Ultrasound-guided Clavipectoral fascial plane block with intermediate cervical plexus block for Midshaft clavicular surgery: a prospective randomized controlled trial. Anesth Analg 2022;135(3):633–40. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000005911>.
- [5] Tran DQH, Tiyaprasertkul W, González AP. Analgesia for clavicular fracture and surgery a call for evidence. Reg Anesth Pain Med 2013;38(6):539–43. <https://doi.org/10.1097/AAP.0000000000000012>.
- [6] Leurcharumee P, Maikong N, Kantakam P, Navic P, Mahakkanukrauh P, Tran DQ. Innervation of the clavicle: a cadaveric investigation. Reg Anesth Pain Med 2021;46(12):1076–9. <https://doi.org/10.1136/rapm-2021-103197>.
- [7] Labandeyra H, Heredia-Carques C, Cros-Campoy J, Valdes-Vilches LF, Prats-Galino A, Sala-Blanch X. Clavipectoral fascia plane block spread: an anatomical study. Reg Anesth Pain Med 2023. <https://doi.org/10.1136/rapm-2023-104785>. Published online. rapm-2023-104785.
- [8] Labandeyra H, Heredia-Carques C, Valdes-Vilches LF, Sala-Blanch X. Clavipectoral fascia plane block: is this Hyperreality? Anesth Analg 2022;135(4):E23–4. <https://doi.org/10.1213/ANE.00000000000006150>.
- [9] Heredia-Carques C, Labandeyra H, Castellanos M, Valdes-Vilches LF, Sala-Blanch X. Clavipectoral fascia and Clavipectoral fascia plane block: to be or not to be. Anesth Analg 2024. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000006837>.

## Bloqueo Medioclavicular: Un estudio anatómico

### **Resumen estructurado**

**Antecedentes:** Estudios recientes indican que la eficacia del bloqueo del plano de la fascia clavipectoral puede deberse a la distribución del anestésico en el periostio anterosuperior de la clavícula. Llevamos a cabo un estudio anatómico que combinó el CPB con la inyección en el músculo subclavio.

**Objetivo:** Nuestra hipótesis era que el anestésico cubriría completamente tanto las superficies anterosuperior como posteroinferior del periostio clavicular en la región media de la clavícula.

**Diseño:** Estudio observacional en cadáveres humanos.

**Lugar:** Laboratorio de Neuroanatomía Quirúrgica, Unidad de Anatomía y Embriología Humana de la Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad de Barcelona.

**Participantes:** Cinco cadáveres humanos frescos.

**Intervenciones:** Los cadáveres recibieron tanto un bloqueo del plano de la fascia clavipectoral como inyecciones en el músculo subclavio bajo guía ecográfica en diez regiones claviculares.

**Principales Medidas de Resultados:** Después de la aplicación de las técnicas en los modelos cadavéricos, se realizó una disección anatómica por planos para evaluar el patrón de distribución del azul de metileno en el periostio clavicular. Se generó un mapa probabilístico del espectro de color y la temperatura de tinción en las superficies claviculares.

**Resultados:** El azul de metileno tiñó el  $37\pm 16\%$  de la superficie anterosuperior y el  $23\pm 13\%$  de la superficie posteroinferior del periostio clavicular, especialmente en el tercio medio de cada superficie. Aunque la tinción no logró una cobertura circunferencial completa ni una alineación perfecta entre las superficies, las áreas mostraron una relación estrecha, indicando una distribución significativa y una cobertura relevante.

**Conclusión:** Nuestro estudio anatómico demuestra que el bloqueo de la clavícula media logra una distribución efectiva alrededor del tercio medio de la clavícula, aunque no se logró una anestesia circunferencial completa del periostio clavicular. Aunque este bloqueo puede proporcionar anestesia periostal y ósea, no aborda otras fuentes de dolor, como los espasmos musculares y los componentes cutáneos. Se necesitan estudios clínicos adicionales para evaluar la eficacia general de esta técnica de bloqueo dual para la cirugía de clavícula.

## ORIGINAL ARTICLE

## Midclavicle block

*An anatomical study*

AQ1 Hipólito Labandeyra, Luis F. Váldez-Vilches, Alberto Prats-Galino and Xavier Sala-Blanch

**BACKGROUND** Recent studies indicate that claviopectoral fascia plane block (CPB) efficacy may stem from injectate distribution to the anterosuperior clavicular periosteum. We conducted an anatomical study combining the CPB with injection within the subclavius muscle.

**OBJECTIVE** Our hypothesis was that the anaesthetic injectate would fully cover both the anterosuperior and posteroinferior surfaces of the clavicular periosteum in the midclavicular region.

**DESIGN** Observational human cadaver study.

**SETTING** Laboratory of Surgical Neuroanatomy, Unit of Anatomy and Human Embryology of the Faculty of Medicine and Health Sciences, University of Barcelona.

**PARTICIPANTS** Five fresh human cadavers.

**INTERVENTIONS** The cadavers received both a CPB and subclavius muscle injections under ultrasound guidance in 10 clavicular regions.

**MAIN OUTCOME MEASURES** After the procedures on the cadaveric models, an anatomical dissection by planes was performed to evaluate the distribution pattern of methylene

blue on the clavicular periosteum. A probabilistic map of the colour spectrum and staining temperature on the clavicular surfaces was generated.

**RESULTS** Methylene blue stained 37 16% of the anterosuperior surface and 23 13% of the posteroinferior surface of the clavicular periosteum, particularly in the middle third of each surface. Although the staining did not achieve complete circumferential coverage or perfect alignment between the surfaces, the areas exhibited a close relationship, indicating significant distribution and relevant coverage.

**CONCLUSION** Our anatomical study demonstrates that the midclavicular block achieves effective distribution around the middle third of the clavicle, although complete circumferential anaesthesia of the clavicular periosteum was not achieved. Although this block may provide periosteal and bone anaesthesia, it does not address other sources of pain, such as muscle spasms and skin components. Additional clinical studies are needed to evaluate the overall efficacy of this dual block technique for clavicle surgery.

Published online xx month 2024

## KEY POINTS

Recent studies showed CPB mainly affects the anterosuperior clavicular periosteum, while subclavius muscle injections extend to the posteroinferior region. Combining CPB with subclavius muscle injections enhanced distribution around the clavicle's middle third.

Despite incomplete distribution, this combined technique may be effective for midshaft clavicular fractures, requiring further research.

## Introduction

The anaesthetic and analgesic management of clavicular disorder during surgical procedures remains a significant challenge in clinical practice. In 2019, the claviopectoral fascia plane block (CPB) emerged as an innovative technique for addressing midshaft clavicular fractures.<sup>1</sup>

AQ5

AQ3 From the Laboratory of Surgical Neuroanatomy (LSNA), Human Anatomy and Embryology Unit, Faculty of Medicine and Health Sciences, Universitat de Barcelona, Barcelona (HL, AP-G, XS-B), Anesthesia, Hospital HM Nou Delfos (HL), Anesthesia, Hospital Costa del Sol, Marbella (LFV-V) and Anesthesia, Hospital Clinic de Barcelona, Barcelona, Spain (XS-B)

AQ4 Correspondence to Xavier Sala-Blanch, MD, Department of Anesthesiology, Hospital Clinic, University of Barcelona, C/Villarroel 170, 08036 Barcelona, Spain. Tel: +34 932275558; e-mail: xsala@clinic.cat; xavi.sala.blanch@gmail.com

0265-0215 Copyright © 2024 European Society of Anaesthesiology and Intensive Care. Unauthorized reproduction of this article is prohibited.

DOI:10.1097/EJA.0000000000002079

There are numerous complex fascias around the clavicle that anchor to it, providing stability. The clavipectoral fascia (CPF) is the largest and strongest of them all. Classically, the CPF is described as an extensive sheet of connective tissue located in the anterior thorax and occupies the space between the pectoralis minor and subclavius muscles, providing support and protection to the axillary vessels and the brachial plexus. The subclavius muscle inserts on the inferior surface of the clavicle, occupying a central portion in the middle of the bone.<sup>2–4</sup>

Over the past few years, several clinical investigations have highlighted the utility of CPB in managing midshaft clavicular fractures.<sup>5–8</sup> However, recent anatomical studies have indicated that the efficacy of CPB may not solely stem from its action on the CPF.<sup>9,10</sup> Instead, these studies suggest that the administered solution primarily distributes to the anterosuperior region of the clavicular periosteum, with limited involvement of the posteroinferior region.<sup>9,10</sup> In 2024, an anatomical study demonstrated that injections within the subclavius muscle resulted in distribution to the posteroinferior region of the clavicular periosteum.<sup>11</sup>

In light of these findings, we conducted an anatomical study combining the CPB and subclavius muscle injections. Our goal was to ensure the anaesthetic solution fully covered both the anterosuperior and posteroinferior surfaces of the clavicular periosteum in the midclavicular region. Achieving this complete coverage could enhance clinical outcomes.

## Methods

### Sampling

The study was approved by the appropriate Institutional Review Board (IRB), specifically the Ethics and Research Committee of the Faculty of Medicine at the University of Barcelona (UB) (Comissió de Bioètica de la Universitat de Barcelona; Jordi García; 4 July 2023; IRB00003099). As the study involved the use of unidentifiable samples and images of ex-vivo specimens, informed consent was not required and therefore was not obtained. The anatomical study was conducted at the Laboratory of Surgical Neuroanatomy, within the Unit of Anatomy and Human Embryology, Faculty of Medicine and Health Sciences, UB. From September 2023 to March 2024, five cadaveric models were studied, generating a total of 10 clavicular samples. Cryopreserved samples from elderly male and female cadavers, unembalmed and with no prior history of trauma or surgery to the clavicular region, were utilised. The cadavers were kept at a temperature of 4 °C for 36 h until standard safety criteria for manipulation and subsequent dissection were met. Specimens were then placed in a supine position and kept at room temperature (22 to 23 °C) for a minimum of 4 h before the start of the study.

*Eur J Anaesthesiol* 2024; **41**:1–10

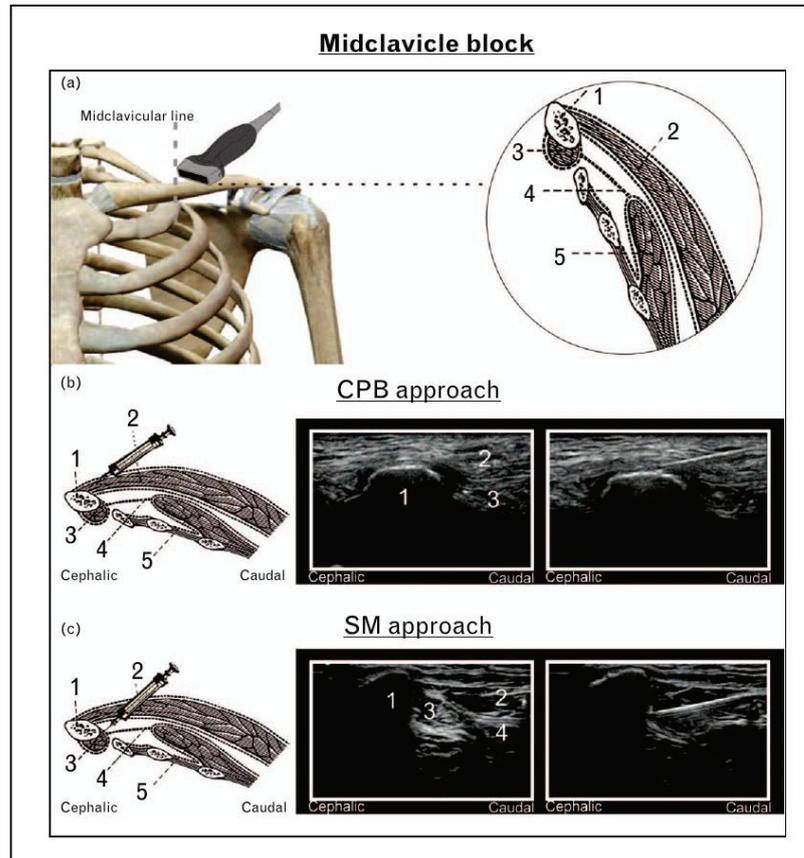
## Description of exploration and injection technique

Based on 10 clavicular regions, injection within the subclavius muscle and CPB block were performed. The techniques were carried out by two experienced anaesthesiologists in ultrasound-guided regional anaesthesia (HL; XSB), using a high-frequency linear transducer (6 to 13 MHz) (HFL38x) and an M-Turbo ultrasound machine (Sonosite, Fujifilm, Bothell, Washington, USA). With the cadaver in a supine position, CPB approach was performed according to the technique described by the authors,<sup>1</sup> with the probe placed on the clavicle at the midclavicular line, in a sagittal plane, and the ultrasound beam directed caudally, so that the beam intersected perpendicularly with the superior surface of the clavicle and appeared as a hyperechoic line parallel to the skin in the image. Caudally to the clavicle, the clavicular bundle of the pectoralis major muscle was identified, and in its depth, the CPF and subclavius muscle. Using a 22-gauge, 30° bevelled, 50 mm long insulated needle (Stimuplex 360, B Braun, Melsungen, Germany), the approach was made in a plane from caudal to cranial until contact was made with the clavicular periosteum, superficial to the origin of the pectoralis major muscle. Once contact was made, the needle was slightly withdrawn, and 15 ml of a solution containing a mixture of sterile saline solution with 0.02% methylene blue (1% methylene blue, sterile solution CSP 5 ml, Allon Padiol) was infiltrated at the puncture site, observing a caudocephalic dispersion of the solution and elevation of the CPF over the clavicular periosteum (Fig. 1b). Subsequently, an ultrasound-guided subclavius muscle approach was performed. With the probe still in its initial position, it was redirected towards the subclavius muscle to locate its belly and the adjacent clavipectoral fascia. Keeping the needle in the same puncture site used for the CPB approach, its direction was adjusted from caudal to cranial to traverse the subclavian muscle and administer 15 ml of the aforementioned solution within the belly of the subclavius muscle, touching the posteroinferior periosteum of the clavicle (Fig. 1c). A total of 30 ml of solution was used, divided into two 15 ml injections applied during each block.

## Anatomical study description

An anatomical dissection of the clavicular area was performed on five cadavers, encompassing both hemibodies, to evaluate the presence and distribution pattern of methylene blue on the clavicular periosteum. The dissection followed a standardised protocol, carried out layer by layer with an interval of at least 4 h after injection, maintaining room temperature (22 to 23 °C) to facilitate the diffusion, staining and fixation of the solution in the cadaveric tissues. The dissection process progressed gradually, from the skin and subcutaneous tissues, through the superficial and deep muscular planes, until reaching the periosteal plane of the clavicle. The 10 clavicles from the five cadaveric models were then extracted by disarticulating the sternoclavicular and

**Fig. 1** Ultrasound-guided representation of the midclavicle block technique and the topographic anatomy of the clavipectoral fascia.



(1) Clavicle; (2) pectoralis major muscle; (3) subclavius muscle; (4) clavipectoral fascia (CPF); (5) pectoralis minor muscle. (a) The probe position along the midclavicular line and the anatomical correlation of the scan is shown. (b) Describes that the application of the CPB technique and the puncture site from caudal to cephalic, with the needle in-plane, touching the anterosuperior periosteum of the clavicle; the solution is injected, followed by the posterior elevation of the CPF over the clavicular periosteum. (c) Illustrates the sonoanatomy and the puncture site of the subclavius muscle approach; with the probe still in its initial position, it was redirected toward the subclavius muscle to locate its belly and the adjacent CPF. Keeping the needle in the same puncture site used for the CPB approach, its direction was adjusted from caudal to cranial to traverse the subclavius muscle and, touching the posteroinferior periosteum of the clavicle, the solution was administered. Anatomical representation of the clavipectoral fascia and surrounding structures. Image adapted from Rosse and Gaddum-Rosse.<sup>2</sup>

acromioclavicular joints, and photographed in their anterosuperior and posteroinferior regions.

These photographs were used to create a surface image stained with methylene blue for each clavicle model. The clavicles were standardised into a reference model created in a plane by line at a 1:1 scale using Corel Draw X7 software (Corel Corporation, Ottawa, Canada). The

anterosuperior and posteroinferior surfaces of each stained clavicle were drawn by plane on the created reference model, according to the distribution pattern of each sample. Subsequently, both staining areas were merged and arranged one below the other, with the antero-superior region positioned above and the posteroinferior region below, aiming to obtain the complete distribution pattern on one clavicle. To obtain a

*Eur J Anaesthesiol* 2024; **41**:1–10

probabilistic map of the observed distribution, the left clavicles were mirrored to obtain a specular image (right clavicles) using the same software. The resulting files were exported in JPG format and imported into Amira Visage Imaging Inc. software (San Diego, California, USA) to segment the diffusion on each clavicular surface. A probabilistic map of colour spectrum and temperature was created, where blue (cold) corresponded to a staining percentage close to 0% and red (warm) corresponded to a staining percentage close to 100% of the 10 samples obtained after double injection.

### Results

The technique was performed without incident, achieving successful puncture in all samples. The anatomical dissection by planes revealed the distribution of methylene blue across various anatomical layers, reaching the clavicular periosteum. Methylene blue stained 37–16% of the anterosuperior surface and 23–13% of the posteroinferior region of the clavicular periosteum, specifically in the middle third of both surfaces, without achieving complete circumferential staining of the clavicle. Although these stained areas are not perfectly aligned or directly facing each other, they exhibited a close relationship with a significant distribution pattern on both surfaces, suggesting relevant coverage. Figure 2 provides a detailed visualisation of the contrast distribution in each of the 10 clavicles studied, both in their anterosuperior and posteroinferior regions, highlighting the variations in staining extent among the different samples.

In the anterosuperior region (Fig. 2a), a distribution pattern was observed, primarily concentrated in the middle third of the clavicle, with minimal lateral involvement and no effect on the medial part (sternoclavicular joint) in any of the cases. The area with the highest concentration of methylene blue (indicated by the range of red, orange, yellow and green colours) was located at the junction of the middle third with the outer third of the clavicle. Conversely, in the posteroinferior region (Fig. 2b), a similar distribution pattern was observed, with slight methylene blue staining restricted to the junction of the middle third with the outer third of the clavicle, at the insertion of the subclavius muscle (indicated by the range of red, orange, yellow and green colours). No staining was observed in the medial third (near the sternoclavicular joint) or the lateral third (near the acromioclavicular joint), consistent with the anatomical insertion of the subclavius muscle in the inferior middle part of the clavicle.

### Discussion

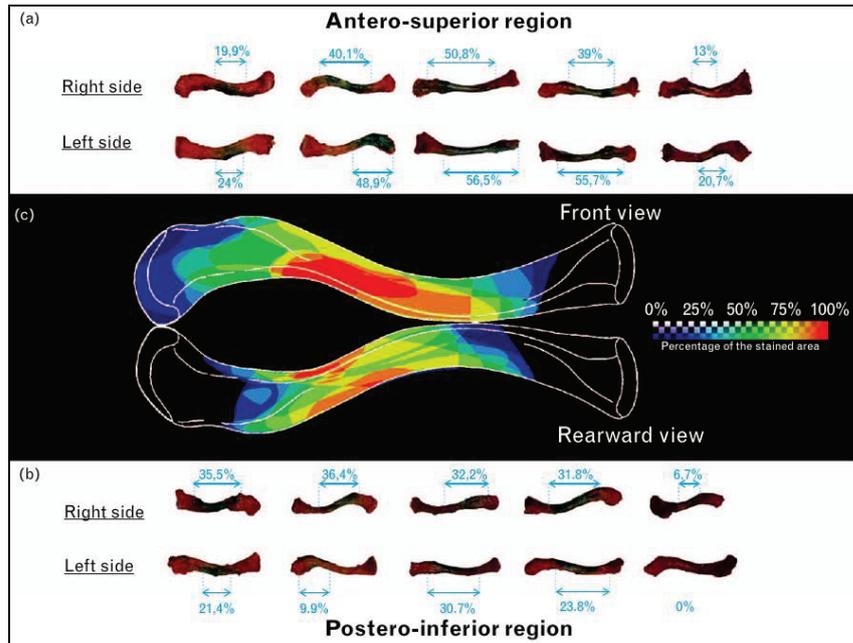
Our anatomical study demonstrated that the combination of the CPB technique (15 ml) with the subclavius muscle approach (15 ml) resulted in the distribution of methylene blue in both the anterosuperior and posteroinferior regions of the clavicular periosteum. However, this

combination did not achieve a complete distribution around the clavicular periosteum.

Labandeyra *et al.*<sup>9,10</sup> demonstrated, in a sample of 12 clavicular regions that the CPB technique with 20 ml primarily distributes the administered solution in the anterosuperior region, with minor involvement of the posteroinferior region of the clavicular periosteum. However, it did not achieve a complete dispersion around the clavicular periosteum, indicating that the CPF does not encircle the clavicle, thus not significantly influencing the mechanism of action of this block. Subsequently, Heredia-Carqués *et al.*<sup>11</sup> administered 20 ml into the subclavius muscle, aiming to achieve complete infiltration of the clavicular periosteum, under the hypothesis that the CPF surrounded the periosteum. However, this approach demonstrated involvement of the posteroinferior part of the clavicle in its middle portion after injecting 20 ml. These anatomical observations led us to speculate that the combination of the CPB technique and the subclavius muscle approach would result in complete distribution around the clavicle in its middle third, giving rise to a new technique: midclavicle block. However, our hypothesis was incorrect, as the distribution around the clavicle was not complete, despite a total volume of 30 ml (15 ml per approach). A concentrated distribution pattern was mainly observed in the middle third of the clavicle, primarily in the anterosuperior region of the clavicular periosteum, with minimal lateral involvement (acromioclavicular joint) and no effect on the medial part (sternoclavicular joint). In the posteroinferior region of this periosteum, a distribution pattern was observed with slight involvement restricted to the origin of the subclavius muscle on the clavicular periosteum. It is important to highlight some key differences between the results observed in our study and those reported by Heredia-Carqués *et al.*<sup>11</sup> While both studies utilised a similar approach for injection into the subclavius muscle, our results show a more concentrated distribution of the dye in the middle third of the clavicle, particularly in the posteroinferior region, with less involvement of the lateral and medial regions. In contrast, Heredia *et al.* reported a more uniform distribution in some cases, suggesting possible circumferential staining around the clavicle. These differences may be due to variations in injection techniques, the volume of solution used or the anatomical characteristics of the specimens studied. The clinical implications of these differences have yet to be fully determined, but they highlight the need for further clinical studies to assess the efficacy of these techniques in different anatomical scenarios.

A bibliographic search was conducted for clinical studies on CPB available to date. Using PubMed and the keywords 'claviceptoral plane block', a total of 26 studies were identified. During the selection process, comment letters, cadaveric studies and two previously retracted studies were excluded, as well as another study that solely

**Fig. 2** Results of the anatomical dissection on the clavicular periosteum.



The clavicles of the entire sample are observed grouped in the anterosuperior (superior) and posteroinferior (inferior) regions, with the purpose of standardising the pattern of distribution of methylene blue in these areas. In the centre of the image, a probabilistic map of the colour spectrum and temperature is shown, indicating the percentage of methylene blue staining in the clavicular periosteum in these regions, after applying the technique midclavicle block. This map reveals that areas stained in blue (cold) represented a percentage close to 0%, whereas areas in red (hot) represented a percentage close to 100%.

described a modification of the technique, with a resultant focus and detailed analysis of a total of 15 studies, including randomised clinical trials, case series and case reports. These selected studies provided a wide range of relevant information on CPB in the clinical context. The results of this search are presented in Table 1. In recent years, various clinical studies have been conducted demonstrating the efficacy and effectiveness of the CPB technique (Table 1). It is important to note that most of these clinical studies have employed CPB as an anaesthetic technique alongside some form of intravenous sedation and/or analgesia. This suggests that while CPB has a significant anaesthetic component, it often requires the support of these additional techniques to be employed as an anaesthetic strategy.<sup>1,5-8,12-18,19-21</sup>

In current clinical literature, CPB has been used in conjunction with cervical plexus block or selective block of supraclavicular nerves derived from this plexus (Table 1).<sup>1,5-8,12-18,19-21</sup> This is done to provide

anaesthesia in the cutaneous area where the surgical incision will be made. Our preliminary experience in clinical studies<sup>5</sup> and research by other authors<sup>6,22</sup> indicates that when CPB technique is applied without combining it with cervical plexus block technique, patients experience pain during surgical incision. This underscores the crucial importance of combining both techniques to carry out the surgical procedure effectively. However, these clinical findings contrast with the results of anatomical studies<sup>9,10</sup> demonstrating that the application of the CPB technique consistently affects the supraclavicular nerves originating from the superficial cervical plexus. Although CPB has proven effective in providing analgesia for midshaft clavicle fracture fixation, the question of whether cervical plexus block might be more beneficial remains unanswered. Although anatomical studies show that CPB affects the supraclavicular nerves originating from the superficial cervical plexus, clinical research indicates that patients may still experience pain during skin incisions. This suggests that conducting

**Table 1** Summary of the main findings of each clinical studies, including the study type, number of subjects, treatment groups, drugs used, presence of sedation, anaesthesia, or analgesia, as well as relevant results such as conversion to general anaesthesia, need for rescue analgesia, and the maximum value of the visual analogue scale within 24 h

Article	Type of study	Subjects	Groups	Drug and volumes	Sedation	Conversion to GA	Rescue analgesia (VAS >3)	Max VAS within 24 h
Xu <i>et al.</i> , 2023 <sup>6</sup>	Randomized Controlled Trial	50	Intervention: CPB þ SCPB Control: ISPB þ SCPB	20 ml 0.5% ropivacaine	Midazolam 0.05 mg kg <sup>-1</sup>	0 cases	N/A	4
Sabaa <i>et al.</i> , 2022 <sup>7</sup>	Randomized Controlled Trial	40	Intervention: CPB þ GA Control: CPB Placebo þ GA	30 ml 0.5% bupivacaine þ 2% lidocaine mixture 1:1	GA	N/A	0 cases	6
Zhuo <i>et al.</i> , 2022 <sup>8</sup>	Randomized Controlled Trial	40	Intervention: CPB þ SCPB Control: ISPB þ SCPB	20 ml 0.5% ropivacaine	Sedation with a dose of 0.03 mg kg <sup>-1</sup> of midazolam	0 cases	0 cases	0
Labandeyra <i>et al.</i> , 2022 <sup>5</sup>	Case Series	50	CPB þ SCPB	30 ml 0.25% bupivacaine	Midazolam 3 mg i.v. Fentanyl 0.5 to 1 µg kg <sup>-1</sup> i.v. Dexmedetomidine 0.2 to 0.5 µg kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> .	0 cases	9 cases (18%)	1.34 1.92*
Natrajan <i>et al.</i> , 2023 <sup>15</sup>	Case Series	8	CPB SCPB/SCUTB	20 ml 0.25% bupivacaine þ 1% lidocaine mixture 1:1	GA	N/A	1 case (12.5%)	1.25
Gonçalves <i>et al.</i> , 2023 <sup>15</sup>	Case Report	3	CPB þ SCPB	20 ml 0.75% ropivacaine þ 2% mepivacaine mixture 1:1	Midazolam 1 mg i.v. Fentanyl 50 µg i.v. Dexametomidine < 0.5 µg kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup>	0 cases	0 cases	2
Atalay <i>et al.</i> , 2020 <sup>12</sup>	Case Report	5	CPB þ SCPB	20 ml 0.25% bupivacaine	GA	N/A	0 cases	4
Yoshimura <i>et al.</i> , 2020 <sup>13</sup>	Case Report	2	CPB þ SCPB	30 ml 0.375% L-bupivacaine	GA	N/A	0 cases	2
Kukreja <i>et al.</i> , 2020 <sup>14</sup>	Case Report	3	CPB þ SCPB	15 to 20 ml 0.5% ropivacaine	GA	N/A	1 case (33%)	6
Mietnyurt <i>et al.</i> , 2021 <sup>17</sup>	Case Report	2	CPB	30 ml 0.5% ropivacaine	Midazolam 2 mg i.v.	0 cases	0 cases	5
Noji <i>et al.</i> , 2023 <sup>18</sup>	Case Report	1	CPB þ SCPB	20 ml 0.375% ropivacaine	GA	N/A	No	2
Rosales <i>et al.</i> , 2022 <sup>19</sup>	Case Report	1	CPB	30 ml 0.25% levobupivacaine þ 1% lidocaine mixture 1:1	Midazolam 2 to 5 mg i.v. Fentanyl 50 to 100 µg/i.v. Dexmedetomidine 0.5 to 0.7 µg kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> .	No	Tramadol 50 mg i.v.	0
Sonawane <i>et al.</i> , 2021 <sup>20</sup>	Case Report	1	CPB	20 ml of 2% lidocaine with epinephrine, þ 20 ml of 0.5% bupivacaine þ 20 ml of normal saline þ 8 mg of dexamethasone	Midazolam 2 mg i.v.	No	Fentanyl 60 µg i.v. þ additional infiltration of local anaesthetic in the area not covered by the block	2
Ince <i>et al.</i> , 2019 <sup>1</sup>	Case Report	1	CPB þ SCPB	30 ml 0.5% bupivacaine þ 2% lidocaine mixture 1:1	GA	N/A	No	3
Atalay <i>et al.</i> , 2019 <sup>21</sup>	Case Report	1	CPB þ SCPB	20 ml 0.25% bupivacaine	GA	N/A	No	2

CPB, clavipectoral fascia plane block; GA, general anaesthesia; ISPB, interscalene brachial plexus block; N/A, no applicability; SCPB, superficial cervical plexus block; SCUTB, selective blockade of supraclavicular nerves and upper trunk of brachial plexus; VAS, visual analogue scale. \*Mean standard deviation.

future clinical studies comparing cervical plexus block and CPB could be valuable in determining which technique offers better anaesthetic coverage in clinical practice.

The subclavius muscle is innervated by the subclavian nerve, which originates from the upper trunk of the brachial plexus, plays a crucial role in innervating the posteroinferior aspect of the clavicle. This nerve specifically innervates the caudal and dorsal regions of the middle and medial thirds of the clavicle, highlighting its importance in providing anaesthetic coverage to these areas. Injection into the subclavius muscle has the potential to block the terminal branches of this nerve, which could be essential for achieving effective anaesthesia in the posteroinferior region of the clavicle, especially when combined with other approaches that cover the antero-superior innervation.<sup>23</sup>

Regarding approaches to specifically block the subclavian nerve, both the upper trunk block of the brachial plexus and the supraclavicular brachial plexus block are viable options. The upper trunk block of the brachial plexus is the most specific technique. By directing the injection towards the upper trunk, where the subclavian nerve originates, this nerve can be effectively blocked with greater precision. The supraclavicular block, while also effective in covering the subclavian nerve, impacts a broader region of the brachial plexus.<sup>23</sup>

Despite not achieving complete distribution, we have significantly enhanced the distribution around the clavicle, particularly in its middle third. This suggests that the application of the midclavicle block could serve as an effective anaesthetic and analgesic technique for midshaft clavicular fractures, compared with the CPB technique, which warrants evaluation in future clinical research. Current clinical evidence<sup>1,5–8,12–18,19–21</sup> has shown the high efficacy and effectiveness of the CPB technique as an anaesthetic and analgesic strategy for surgically resolving midshaft clavicular fractures (Table 1). Future clinical studies should assess its significance in anaesthetic and analgesic management of such disorders.

However, our study is not without limitations. (1) The sample size was relatively small, which may not fully represent the spectrum of possible anatomical variations. (2) The dispersion of the injected dye in cadaveric specimens may not precisely replicate in vivo conditions because of differences in tissue elasticity, permeability and vascular characteristics; however, the method employed in this study is consistent with that used in previous research. (3) All cadaveric specimens were obtained from elderly individuals with osteoarthritic and degenerative changes, which could affect dye distribution; moreover, all clavicle samples used in our study were intact and not fractured. (4) The waiting time between injection and dissection was longer than in clinical practice, where the effect is typically established

within approximately 30 to 45 min. This approach allowed us to obtain a more comprehensive and accurate view of dye dispersion in a cadaveric environment, where tissue dynamics can differ significantly from those in a living patient. However, we acknowledge that this additional time could have contributed to an overestimation of the clinical effect. (5) The 15 ml volume used for injections into the subclavius muscle may represent a limitation, as this amount could exceed the natural capacity of the intramuscular space, potentially affecting dye distribution and the interpretation of the results. (6) The 15 ml volume used in the CPB technique is lower than the volumes typically used in both clinical and anatomical studies, where 20 to 30 ml are commonly injected. This discrepancy may affect the generalisability of our findings, as higher volumes could potentially alter the distribution pattern observed. (7) Finally, future clinical studies are needed to evaluate and confirm the efficacy and effectiveness of this technique in the clinical setting, considering the possible anatomical variations and physiological conditions that are not replicated in cadaveric models.

### Conclusion

In conclusion, while our anatomical study demonstrates that the midclavicle block achieves distribution around the middle third of the clavicle, it is important to note that complete circumferential anaesthesia of the clavicular periosteum was not achieved. Although this block may provide effective periosteal and bone anaesthesia, it does not address other sources of pain, such as muscle spasms and skin components, which are crucial for achieving sufficient anaesthesia for surgical procedures. Therefore, additional clinical studies are necessary to evaluate the overall efficacy of this dual block technique in providing adequate anaesthesia for clavicle surgery.

### Acknowledgements relating to this article

Assistance with the study: the authors would like to express their gratitude to Samanta Cisneros-Rodriguez for her invaluable contribution in the design of the figures.

Financial support and sponsorship: this study was supported by funding from the Department of Human Anatomy and Embryology, University of Barcelona, Barcelona, Spain.

Conflicts of interest: none.

Presentation: none.

This article will be used by Hipólito Labandeyra as part of his doctoral thesis (PhD).

This manuscript was handled by Michele Carella.

### References

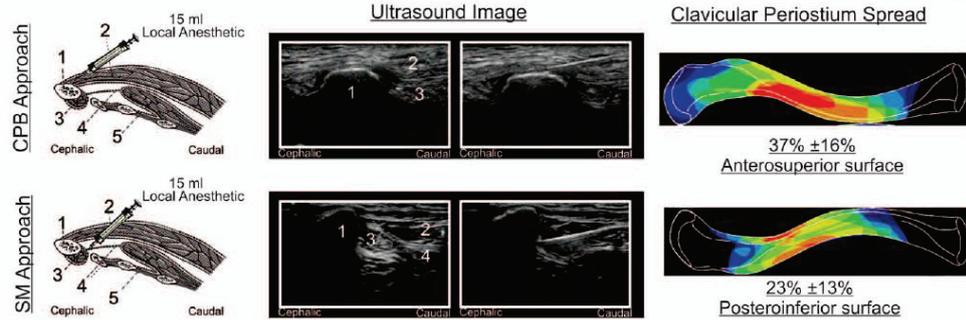
- 1 Ince I, Kilicaslan A, Roques V, et al. Ultrasound-guided clavipectoral fascial plane block in a patient undergoing clavicular surgery. *J Clin Anesth* 2019; **58**:125–127.
- 2 Rosse C, Gaddum-Rosse P. Part IV: limbs, chapter 15: pectoral region, axilla, and shoulder. *Hollinshead's textbook of anatomy*, 5th ed Philadelphia: Lippincott-Raven; 1997; 213.

- 3 Gray H, Standing S. Section 6: pectoral girdle and upper limb, chapter 48: shoulder girdle and arm. In: Standing S, editor. *Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice*, 41st ed New York: Elsevier; 2016 p. 799.
- 4 Testut L, Latarjet A. *Aponeurosis de la región anterolateral del tórax. Tratado de anatomía humana. Tomo 1*, 9th ed Barcelona: Editorial Salvat; 1994; 908-910.
- 5 Labandeyra H, Furno JL, Campos JL, *et al.* Ultrasound-guided clavipectoral fascia plane block for middle third clavicular fracture: a case series. *Rev Esp Anesthesiol Reanim* 2022; **69**:683–688.
- 6 Zhuo Q, Zheng Y, Hu Z, *et al.* Ultrasound-guided clavipectoral fascia plane block with intermediate cervical plexus block for midshaft clavicular surgery: a prospective randomized controlled trial. *Anesth Analg* 2022; **135**:633–640.
- 7 Sabaa MAA, Elbadry A, El Malla DA. Ultrasound-guided clavipectoral block for postoperative analgesia of clavicular surgery: a prospective randomized trial. *Anesthesiol Pain Med* 2022; **12**:e121267.
- 8 Xu G, Su P, Cai B, *et al.* Ultrasound-guided superficial cervical plexus block combined with clavipectoral fascia plane block or interscalene brachial plexus block in clavicle surgery: a single-centre, double-blind, randomized controlled trial. *J Clin Monit Comput* 2023; **37**:985–992.
- 9 Labandeyra H, Heredia-Carques C, Campoy JC, *et al.* Clavipectoral fascia plane block spread: an anatomical study. *Reg Anesth Pain Med* 2024; **49**:368–372.
- 10 Labandeyra H, Heredia C, Valdes-Vilches LF, *et al.* Clavipectoral fascia plane block: is this hyperreality? *Anesth Analg* 2022; **135**:E23–E24.
- 11 Heredia-carqués C, Labandeyra H, Castellanos M. Clavipectoral fascia and clavipectoral fascia plane block: to be or not to be. *Anesth Analg* 2024; **139**:446–448.
- 12 Atalay YO, Ciftci B, EKinci M, *et al.* The effectiveness of clavipectoral fascia plane block for analgesia after clavicle surgery: a report of five cases. *Minerva Anesthesiol* 2020; **86**:992–993.
- 13 Yoshimura M, Morimoto Y. Use of clavipectoral fascia plane block for clavicle fracture: two case reports. *Saudi J Anaesth* 2020; **14**:284–285.
- 14 Kukreja P, Davis CJ, MacBeth L, *et al.* Ultrasound-guided clavipectoral fascia plane block for surgery involving the clavicle: a case series. *Cureus* 2020; **12**:6–13.
- 15 Gonçalves D, Sousa CP, Graça R, *et al.* Clavipectoral fascia plane block combined with superficial cervical plexus block for the removal of osteosynthesis material from clavicle fracture. *Cureus* 2023; **15**:e43146.
- 16 Natrajan P, Vaidyanathan B, Dhanger S, *et al.* Awake clavipectoral fascia plane block for clavicle surgeries: a case series. *Indian J Anaesth* 2023; **67**:1135–1137.
- 17 Metinyurt HF, Sugur T, Kavakli AS, *et al.* Clavipectoral fascia plane block for implantable cardioverter defibrillator implantation. *J Clin Anesth* 2021; **71**:110197.
- 18 Noji Y, Inoue S, Watanabe K. Bilateral clavipectoral fascia plane block in single-stage surgery for bilateral midshaft clavicle fractures. *JA Clin Reports* 2023; **9**:19.
- 19 Rosales AL, Aypa NS. Clavipectoral plane block as a sole anesthetic technique for clavicle surgery - a case report. *Anesth Pain Med* 2022; **17**:93–97.
- 20 Sonawane K, Dharmapuri S, Saxena S, *et al.* Awake single-stage bilateral clavicle surgeries under a bilateral clavipectoral fascia plane block: a case report and review of literature. *Cureus* 2021; **13**.
- 21 Atalay YO, Mursel E, Ciftci B, *et al.* Bloqueo del plano de la fascia clavipectoral para analgesia tras cirugía de clavícula. *Rev Esp Anesthesiol Reanim* 2019; **66**:562–563.
- 22 Zhuo Q, Wang L. In Response. *Anesth Analg* 2022; **135**:E25.
- 23 Leurcharusmee P, Maikong N, Kantakam P, *et al.* Innervation of the clavicle: a cadaveric investigation. *Reg Anesth Pain Med* 2021; **46**:1076–1079.

AQ9

**GRAPHICAL ABSTRACT**

**Midclavicle Block: An Anatomical Study**



The addition of subclavius muscle block to the clavipectoral fascia plane block allows for periosteal distribution of the injectate around the midclavicular region.

Labandeyra et al. *Eur J Anaesthesiol.* Sept. 2024

@EJA\_Journal

**EJA** European Journal of Anaesthesiology

Copyright © 2021 Copyright © European Society of Anaesthesiology and Intensive Care. Unauthorized reproduction of this abstract is prohibited.

## DISCUSIÓN

En la descripción de la técnica CPB realizada por uno de los miembros de nuestro grupo de investigación en el año 2017 (Valdés et al.)<sup>16,17</sup>, se estableció su nomenclatura y mecanismo de acción asumiendo que la disposición de la CPF juega un papel determinante en la difusión de la solución anestésica local sobre el periostio clavicular<sup>16,17</sup>. La descripción de la CPF por Valdés et al.<sup>16,17</sup>, con el objetivo de explicar la técnica CPB, difiere de las descripciones clásicas en la literatura médica; sugiriendo que la CPF adopta una envoltura circunferencial alrededor de la clavícula, facilitando así la difusión de la solución administrada alrededor del periostio clavicular<sup>16,17</sup>. Sin embargo, esta descripción entra en conflicto con la literatura clásica de estudios anatómicos<sup>40,41,42,43</sup>, donde se representa a las fascias anclándose en el periostio en el punto de contacto, limitando así la difusión de una solución de una área anatómica a otra. De hecho, el factor limitante para la distribución del volumen inyectado en el periostio clavicular al aplicar la técnica CPB estaría definido por las inserciones de la CPF en la clavícula. No obstante, la literatura existente sobre la distribución de una solución administrada a través de la técnica CPB se limita a estudios aislados. Esta laguna de conocimiento nos ha llevado a emprender la presente investigación. Nuestra primera investigación anatómica tuvo como objetivo evaluar el patrón de distribución de una solución inyectada utilizando la técnica CPB, con el fin de demostrar su dispersión sobre la clavícula y los tejidos circundantes en una serie de modelos cadavéricos con clavícula intacta, y así esclarecer la anatomía de la CPF y el posible mecanismo de acción de este bloqueo<sup>36</sup>.

En la bibliografía se pueden encontrar numerosas descripciones sobre la CPF que, en ocasiones, pueden ser contradictorias. La CPF es una estructura compleja que se extiende desde la clavícula hasta la fascia axilar y proporciona soporte y protección a los vasos axilares y al plexo braquial. Numerosas fascias complejas se anclan en la clavícula con el fin de proporcionar estabilidad, siendo la CPF la más grande y fuerte de todas<sup>41</sup>. La CPF se describe clásicamente como una gran lámina de tejido conectivo situada en la región anterior del tórax a lo largo del plano coronal, ubicada entre los músculos pectoral menor y subclavio, a los que encierra, y que lateralmente se fusiona con el ligamento suspensorio axilar de Gerdy para formar el techo de la fosa axilar (Figura 3)<sup>40,42,43</sup>.

Trabajos recientes ponen en duda una distribución tan ordenada como ésta, proponiendo en cambio la existencia de al menos dos capas dentro de esta fascia que rodean las diferentes estructuras anatómicas de la zona<sup>44,45,46,47</sup>. Una capa mayor retropectoral o interpectoral, que se inserta en el borde anterior de la clavícula, estrechamente relacionada con la fascia pectoral, que rodea al músculo pectoral mayor y la hoja de revestimiento de la fascia cervical profunda, que rodea a los músculos esternocleidomastoideo y trapecio fusionándose con ambos. La segunda hoja, la hoja menor retropectoral, que se inserta en el borde posterior de la clavícula, relacionada con la hoja prevertebral de la fascia cervical profunda como fascia omohioidea<sup>41,48</sup>. También, rodeando la arteria y la vena axilares, y el plexo braquial, así como aislando completamente estos tres componentes del compartimento anterior. Además, en la superficie inferior de la clavícula, rodea el ligamento coracoclavicular de Caldani<sup>47</sup>. Sin embargo, otros autores dan más importancia a la relación entre la fascia pectoral y su continuidad con la capa envolvente de la fascia cervical profunda<sup>48</sup>.

Una diferencia fundamental entre la descripción clásica<sup>40,41,42,43</sup> de la CPF y la propuesta actual de Valdés et al.<sup>16,17</sup> radica en la forma en que la fascia se relaciona con la clavícula. Las descripciones clásicas señalan que la CPF es una gran capa de tejido conectivo situada en la región anterior del tórax, ubicada entre el músculo pectoral menor y el subclavio, envolviendo a ambos músculos antes de fusionarse con estructuras como el ligamento suspensorio axilar (Figura 3). Sin embargo, estudios más recientes<sup>44,45,46</sup>, han cuestionado esta visión simplificada, proponiendo en su lugar la existencia de dos capas separadas pero interconectadas. La primera es una gran capa interpectoral, que se adhiere al borde anterior de la clavícula y está en estrecha proximidad con la fascia pectoral y la fascia cervical profunda, la cual envuelve y se fusiona con los músculos esternocleidomastoideo y trapecio. La segunda capa es retropectoral, se adhiere al borde posterior de la clavícula y está en relación con la fascia cervical profunda y la fascia omohioidea. Valdés et al. amplían esta visión al proponer que la CPF envuelve completamente la clavícula, no solo desde el borde inferior, como se sugiere clásicamente, sino rodeándola por completo (Figura 4). Este enfoque moderno subraya una mayor complejidad anatómica y funcional de la CPF, sugiriendo que actúa como una estructura envolvente clave para la estabilización de la clavícula y su interacción con otras fascias y estructuras circundantes<sup>16,17</sup>.

Los resultados de nuestro primer estudio anatómico no apoyan la visión mas reciente y aceptada de que la CPF rodea la clavícula. La diseminación observada en este estudio sugiere que ambas capas de la CPF rodeen el músculo subclavio y se anclen al margen inferior de la clavícula, sin ninguna conectividad con otras fascias del cuello o tórax<sup>36</sup>.

La disección anatómica del plano superficial reveló la presencia de azul de metileno en las ramas nerviosas supraclaviculares del PCS<sup>36</sup>. Las técnicas de anestesia regional utilizadas en cirugía para fracturas de clavícula han utilizado tradicionalmente el BPBI, solo o en combinación con el BPCS. Los resultados de nuestro estudio sugieren que las ramas supraclaviculares del PCS, que inervan el periostio del tercio medio de la clavícula, se tiñen consistentemente con la aplicación de la técnica CPB<sup>36</sup>. La disección anatómica del plano muscular profundo, incluyendo la CPF no se tiñeron en ninguno de los casos. En el periostio clavicular, observamos una distribución del azul de metileno en el área anterosuperior, dejando la región posteroinferior mínimamente afectada<sup>36</sup>.

En una segunda etapa de nuestra línea de investigación, y basándonos en los resultados obtenidos previamente, consideramos que la aplicación de la técnica CPB en una serie de modelos cadavéricos con clavícula intacta podría ser una limitación. Las fracturas interrumpen la integridad continua del periostio y de la fascia adherente, creando potencialmente un conducto entre las regiones anterosuperior y posteroinferior. Este fenómeno plantea la posibilidad de que la solución administrada, utilizando la técnica CPB, se difunda a lo largo del periostio posteroinferior de la clavícula, a través del foco de la fractura. El objetivo de este estudio anatómico fue evaluar la distribución de la solución administrada a través de la técnica CPB en una serie de modelos cadavéricos que presentaban fracturas del tercio medio de la clavícula<sup>50</sup>.

Los resultados obtenidos en el segundo estudio expusieron que la fractura en la diáfisis media de la clavícula interrumpe la continuidad del periostio, pero no afecta a las fascias adherentes, incluida la CPF. Pensabamos que esta interrupción podría facilitar la difusión de la solución administrada utilizando la técnica CPB hacia la región posteroinferior del periostio clavicular y los planos más profundos. Nuestros resultados sugieren que la hipótesis inicialmente propuesta para este estudio es nula, ya que se puede observar un patrón de difusión de la

solución similar en modelos cadavéricos de clavícula intacta y con fractura de tercio medio clavicular. Al comparar los resultados de este estudio con los resultados obtenidos en estudios anatómicos previos en modelos de clavícula intacta, no apoyan la creencia generalizada de que la CPF envuelve completamente la clavícula. El patrón de distribución observado en este estudio implica que la CPF se origina en el borde inferior del periostio clavicular y rodea el músculo subclavio, sin conectarse a otras fascias en el cuello o tórax<sup>50</sup>.

En 2024, un estudio anatómico realizado por nuestro grupo de investigación, demostró que las inyecciones dentro del MS, situado entre las dos capas de la CPF, resultaron en una distribución hacia la región posteroinferior del periostio clavicular<sup>39</sup>. En consideración de estos hallazgos, realizamos un estudio anatómico que combinó la técnica CPB con la inyección en el MS en la región del tercio medio clavicular. Nuestra hipótesis era que este abordaje combinado mejoraría la distribución de la solución administrada alrededor del periostio clavicular<sup>38</sup>.

El tercer estudio anatómico expuso que la combinación de la técnica CPB con la inyección dentro del músculo subclavio (MS) resultó en la distribución de azul de metileno en las regiones anterosuperior y posteroinferior del periostio clavicular. Sin embargo, esta combinación no logró una distribución completa alrededor del periostio clavicular. Se observó un patrón de distribución concentrado principalmente en el tercio medio de la clavícula, principalmente en la región anterosuperior del periostio clavicular, con una mínima implicación lateral (articulación acromioclavicular) y sin efecto en la parte medial (articulación esternoclavicular). En la región posteroinferior de este periostio, se observó un patrón de distribución con una ligera implicación restringida al origen del MS en el periostio clavicular. A pesar de no lograr una distribución completa, hemos mejorado significativamente la distribución alrededor de la clavícula, particularmente en su tercio medio. Esto sugiere que la aplicación combinada de estas técnicas, que denominamos Bloqueo medioclavicular, podría ser una opción anestésica y analgésica efectiva para las fracturas de la diáfisis media de la clavícula, en comparación con la técnica CPB o la inyección en el músculo subclavio de manera aislada. Por lo tanto, la evaluación del bloqueo medioclavicular en futuras investigaciones clínicas está plenamente justificada<sup>38</sup>.

Las fracturas de clavícula representan el 2%-3% del total de fracturas y alrededor del 35% de las fracturas de la cintura escapular. Casi el 80% de ellas ocurren en el tercio medio clavicular, aproximadamente el 20% en el tercio distal y solo una pequeña proporción, entre el 2% y el 3%, en el tercio proximal<sup>6</sup>. Estas fracturas se caracterizan por un dolor postoperatorio de moderado a severo, además de presentar la proximidad del plexo braquial a la fractura y el riesgo potencial de lesión nerviosa perioperatoria inherente a esta cirugía. De hecho, se ha descrito que hasta un 7%-25% de las cirugías de clavícula pueden provocar un déficit nervioso temporal<sup>20, 21, 51</sup>. En más del 75% de los pacientes politraumatizados con fracturas de clavícula presentan lesiones torácicas relacionadas en concomitancia de fractura de costilla siendo la más común, seguida la fractura de columna vertebral, neumotórax y hemotórax, lesiones vasculares, y nerviosas como la del plexo braquial <sup>1</sup>.

En la última década se han incrementado la indicación quirúrgica como tratamiento de las fracturas de clavícula<sup>2</sup>, las cuales tradicionalmente se realizaban con anestesia general. Actualmente, el uso de una técnica de anestesia regional se presenta como una opción respaldada por numerosas ventajas. Entre ellas se encuentran una mayor analgesia postoperatoria, una menor incidencia de náuseas y vómitos, mayor estabilidad hemodinámica, menos efectos secundarios, un perfil de complicaciones favorable y un menor consumo postoperatorio de opioides. Todo esto conduce a una estancia hospitalaria más corta y brinda un elevado grado de satisfacción para el paciente<sup>3-5</sup>.

En la actualidad, el BPBI se conoce actualmente el método gold standard para la cirugía de osteosíntesis de clavícula<sup>6,7</sup>, sin embargo se reportado algunas complicaciones como parálisis diafragmática homolateral por bloqueo del nervio frénico<sup>8,9</sup>, plejía motora del miembro superior, disfonía y/o ronquera, síndrome de Horner, además de, complicaciones graves<sup>10,11</sup>. En respuesta a este escenario, en el año 2017 Valdés et al.<sup>16</sup> describe el CPB, como una nueva alternativa para la analgesia y anestesia de las fracturas de tercio medio clavicular.

La evidencia clínica actual sostiene la alta eficacia y efectividad del CPB para la resolución quirúrgica de las fracturas del tercio medio clavicular. Nuestro grupo de investigación ha llevado a cabo varios estudios clínicos, entre ellos una serie con 50 pacientes, donde el CPB demostró ser una técnica eficaz y efectiva no solo en términos de anestesia intraoperatoria, sino también como estrategia analgésica postoperatoria. Estos resultados concuerdan con los

estudios clínicos recientes, que apoyan la teoría de que el CPB es una nueva estrategia anestésica y/o analgésica alternativa para la cirugía de tercio de medio clavícula<sup>18</sup>.

A diferencia de las técnicas tradicionales de bloqueo del plexo braquial, que suelen asociarse con complicaciones como la parálisis diafragmática y el bloqueo motor del miembro superior, el CPB mostró una alta eficacia con un perfil de seguridad favorable. En varios de los estudios clínicos en los cuales se objetivó la parálisis diafragmática ocasionada por el bloqueo del nervio frénico mediante ecografía, no se han observado casos de parálisis diafragmática con el uso del CPB. Además, en aquellos estudios donde se midió el bloqueo motor y sensitivo de la extremidad superior, se demostró la ausencia de bloqueo motor y sensitivo del miembro superior homolateral al bloqueo. Estos hallazgos destacan la capacidad del CPB para proporcionar una anestesia y analgesia eficaces sin los efectos adversos asociados con los bloqueos del plexo braquial, lo que lo convierte en una técnica prometedora y segura para la cirugía de fracturas del tercio medio clavicular<sup>18,19</sup>.

El CPB presenta una ventaja significativa al limitar la dispersión del anestésico local hacia el plexo braquial. Esta característica es determinante, ya que reduce el riesgo de bloqueo no deseado de los nervios principales del miembro superior. En técnicas tradicionales como el BPBI, la dispersión del anestésico puede llevar a la parálisis motora y sensitiva del brazo, así como a complicaciones respiratorias debido al bloqueo del nervio frénico. Al evitar la infiltración del anestésico en el plexo braquial, el CPB proporciona una analgesia efectiva sin comprometer la funcionalidad del brazo ni inducir parálisis diafragmática. Esta precisión en la administración del anestésico también mejora la seguridad del procedimiento, haciendo que el CPB sea una opción más viable para pacientes con fracturas de clavícula que puedan tener condiciones preexistentes que aumenten el riesgo de complicaciones con bloqueos más extensos. Además, la limitación de la dispersión del anestésico contribuye a una recuperación más rápida y con menos efectos secundarios, lo que es beneficioso tanto para los pacientes como para los profesionales de la salud que buscan optimizar los resultados postoperatorios y minimizar el uso de opioides. En definitiva, el CPB no solo ofrece una solución efectiva para la analgesia y anestesia en la cirugía de clavícula, sino que también mejora el perfil de seguridad del procedimiento al controlar de manera precisa la dispersión del anestésico<sup>18,19</sup>.

La evidencia proporcionada por el estudio de Zhuo et al. <sup>19</sup> (2022) resalta los beneficios del CPB al compararlo con el BPBI. En este ensayo clínico aleatorizado, 50 pacientes fueron divididos aleatoriamente en dos grupos: uno recibió CPB y el otro BPBI. El grupo que recibió CPB mostró una incidencia significativamente menor de parálisis hemidiafragmática en comparación con el grupo que recibió BPBI (0% vs 50%). El estudio también midió el tiempo requerido para realizar el bloqueo, que fue menor en el grupo de CPB, optimizando el flujo del procedimiento quirúrgico y reduciendo la carga de trabajo del equipo médico. Ambos grupos alcanzaron un bloqueo anestésico exitoso sin necesidad de anestesia general adicional, subrayando la eficacia del CPB en proporcionar una anestesia adecuada para la cirugía del tercio medio de clavícula<sup>19</sup>.

El óptimo control del dolor perioperatorio es un componente esencial en la gestión de fracturas del tercio medio de clavícula, y el CPB ha demostrado ser altamente eficaz en este aspecto. Nuestra experiencia clínica, junto con los resultados obtenidos en diversos estudios clínicos, ha demostrado que el CPB no solo proporciona una anestesia y analgesia efectivas durante y después de la cirugía, sino que también facilita una recuperación temprana del paciente. La adecuada gestión del dolor reduce significativamente el malestar postoperatorio, lo que permite a los pacientes movilizarse más rápidamente y recibir el alta médica de manera anticipada. Este control del dolor optimizado se traduce en una disminución del consumo de medicación perioperatoria, particularmente de opioides, lo que a su vez minimiza los efectos secundarios asociados y mejora el perfil de seguridad del procedimiento. Además, al acortar el tiempo de estancia hospitalaria, se reducen los costos relacionados con la internación hospitalaria, beneficiando tanto a los pacientes como a las instituciones de salud. La combinación de estos factores hace que el CPB sea una técnica ideal para ser incluida en los “Protocolos de Recuperación Acelerada” después de la cirugía para miembros superiores en patologías claviculares, promoviendo una atención más eficiente, segura y económica.

Nuestro estudio clínico observacional descriptivo realizado en el año 2022 proporciona evidencia sobre la eficacia del CPB. En este estudio, se incluyeron 50 pacientes sometidos a osteosíntesis de fractura de tercio medio clavicular, en los cuales se les aplicó CPB guiado por ultrasonido acompañado de sedación intraoperatoria. Las puntuaciones de dolor se midieron utilizando el EVA durante las primeras 24 horas postoperatorias. Los resultados

mostraron un excelente control del dolor postoperatorio, con una puntuación media de dolor inferior a 1,5 en la escala EVA. Solo un 18% de los pacientes requirió analgesia de rescate, lo que demuestra una necesidad significativamente reducida de opioides y otros analgésicos postoperatorios. No se observaron conversiones a anestesia general ni casos de bloqueo motor o sensitivo en la extremidad superior, y tampoco se registraron casos de parálisis diafragmática. Estos resultados subrayan la capacidad del CPB para proporcionar una analgesia efectiva y segura, así como su potencial para ser utilizada como técnica anestésica. Hasta la fecha, las publicaciones consisten en casos clínicos aislados, casi todos empleando el CPB como técnica analgésica en combinación con anestesia general. Un hallazgo de gran interés es que en nuestra serie de 50 pacientes, el CPB se empleó con éxito como técnica anestésica, utilizando solo dosis bajas de fentanilo intraoperatorio junto con una sedación leve. Esto demuestra la utilidad del CPB como técnica anestésica autónoma, facilitando una rápida recuperación y reducción de la estancia hospitalaria (Figura 15; Tabla 2)<sup>18</sup>.

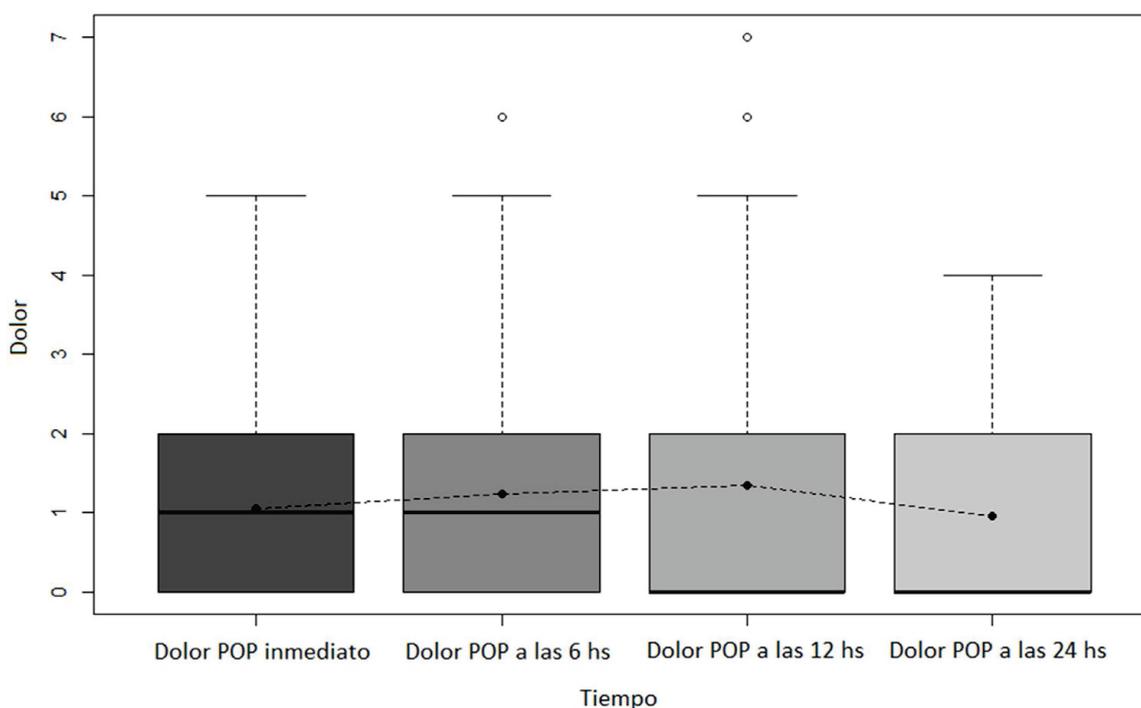


Figura 15. Evolución del dolor postoperatorio medido a través de la EVA en distintos momentos: inmediato, a las 6, 12 y 24 horas tras la cirugía de osteosíntesis de fractura de tercio medio clavicular con aplicación CPB. No se observaron diferencias estadísticamente significativas en los niveles de dolor a lo largo de las 24 horas. Los valores medios de dolor se mantuvieron por debajo de 1,5, lo que indica un control efectivo del dolor postoperatorio en los pacientes estudiados. (Fuente: elaboración propia; Labandeyra et al.2022<sup>18</sup>).

Tabla 2 Variables clínicas		
VARIABLES CLÍNICAS	CATEGORÍAS	RESULTADOS
Puntuación Ramsay	Mediana (RIC)	3 (1,0)
Fentanilo perioperatorio (µg/kg)	Media (DE)	0,88 (0,076)
Analgésicos de rescate	Tramadol 50 mg, n (%)	9 (18)
	No, n (%)	41 (82,0)
Dolor postoperatorio	Inmediato, media (DE)	1,04 (1,26)
	6 h, media (DE)	1,24 (1,42)
	12 h, media (DE)	1,34 (1,92)
	24 h media (DE)	0,96 (1,29)
Anestesia general no planificada	S, n (%)	0 (0)
	No, n (%)	50 (100)
Bloqueo motor	S, n (%)	0 (0)
	No, n (%)	50 (100)
Bloqueo sensitivo	S, n (%)	0 (0)
	No, n (%)	50 (100)
Parálisis diafragmática	S, n (%)	0 (0)
	No, n (%)	50 (100)

Tabla 2. Variables clínicas de los pacientes sometidos a osteosíntesis de fractura de tercio medio clavicular mediante la técnica CPB. Los datos incluyen la puntuación Ramsay intraoperatoria, dosis media de fentanilo perioperatorio, uso de analgésicos de rescate, dolor postoperatorio medido a distintas horas (inmediato, 6 h, 12 h, y 24 h), y la incidencia de anestesia general no planificada, bloqueo motor o sensitivo, así como parálisis diafragmática. Los resultados reflejan un control adecuado del dolor postoperatorio con escasa necesidad de analgesia de rescate, sin requerir anestesia general no planificada y sin presencia de bloqueo motor o sensitivo. (Fuente: elaboración propia; Labandeyra et al.2022<sup>18</sup>).

El estudio de Abu Sabaa et al.<sup>23</sup> también refuerza la eficacia y seguridad del CPB en la gestión del dolor postoperatorio en cirugía de clavícula. Este ensayo clínico aleatorizado incluyó pacientes que fueron divididos en dos grupos: uno recibió CPB y el otro un placebo. Los pacientes que recibieron CPB reportaron puntuaciones de dolor significativamente más bajas desde la admisión en la unidad de cuidados postanestésicos hasta 12 horas después de la operación. El consumo de opioides en las primeras 24 horas postoperatorias fue notablemente menor en el grupo CPB, resaltando su efectividad en el manejo del dolor. La duración de la analgesia también fue significativamente mayor en el grupo CPB, contribuyendo a una mejor satisfacción del paciente sin que se registraran eventos adversos relacionados con el bloqueo<sup>23</sup>.

Finalmente, el estudio de Xu et al.<sup>24</sup> (2023) compara el CPB combinado con el BPCS contra la combinación tradicional de BPCS y BPBI. Este ensayo clínico aleatorizado involucró a 50 pacientes divididos en dos grupos: uno recibió CPB y BPCS, mientras que el otro recibió BPCS y BPBI. Los resultados indican que el grupo que recibió CPB y BPCS tuvo una duración de analgesia significativamente más larga y menores puntuaciones de dolor a las 24 horas postoperatorias en comparación con el grupo que recibió BPCS y BPBI. Además, la incidencia de paresia hemidiafragmática fue significativamente mayor en el grupo BPBI (92%) en comparación con el grupo CPB (0%). Estos hallazgos destacan que el CPB no solo es efectivo para el control del dolor postoperatorio, sino que también evita complicaciones respiratorias asociadas con el BPBI, lo que lo hace más seguro para los pacientes<sup>24</sup>.

En los últimos años, se han realizado varios estudios clínicos que demuestran la eficacia y efectividad de la técnica CPB (Tabla I)<sup>18,19,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,17,34</sup>. Es importante señalar que la mayoría de estos estudios clínicos han empleado CPB como una técnica anestésica junto con algún tipo de sedación intravenosa y/o analgesia. Esto sugiere que, aunque CPB tiene un componente anestésico significativo, a menudo requiere el apoyo de estas técnicas adicionales para ser utilizado como una estrategia anestésica. En la evidencia clínica actual CPB se ha utilizado en combinación con el BPCS o el bloqueo selectivo de los nervios supraclaviculares derivados de este plexo (Tabla I). Esto se hace para proporcionar anestesia en el área cutánea donde se realizará la incisión quirúrgica. Nuestra experiencia preliminar en estudios clínicos<sup>18</sup> y la investigación de otros autores<sup>19,35</sup> indican que cuando se aplica la

técnica CPB sin combinarla con la técnica BPCS, los pacientes experimentan dolor durante la incisión quirúrgica. Esto subraya la importancia crucial de combinar ambas técnicas para llevar a cabo el procedimiento quirúrgico de manera efectiva. Sin embargo, estos hallazgos clínicos contrastan con los resultados de estudios anatómicos<sup>36,37</sup> que demuestran que la aplicación de la técnica CPB afecta consistentemente a los nervios supraclaviculares que se originan en el PCS.

La evidencia clínica actual ha mostrado la alta eficacia y efectividad de la técnica CPB como una estrategia anestésica y analgésica para resolver quirúrgicamente las fracturas del tercio medio de la clavícula (Tabla I)<sup>18,19,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,17,34</sup>. Estos resultados demuestran que el CPB es una técnica prometedora para el manejo del dolor perioperatorio, combinando una alta eficacia analgésica con un perfil de seguridad favorable. La integración del CPB en los protocolos ERAS podría mejorar significativamente los resultados clínicos y económicos en la cirugía de clavícula, promoviendo una recuperación más rápida y segura para los pacientes<sup>18,19,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,17,34</sup>.

El CPB para fracturas de tercio medio clavicular presenta varias ventajas respecto a las técnicas tradicionales de bloqueo del plexo braquial: se trata de una técnica de simple ejecución, con referencias anatómicas concretas, estructuras superficiales y con un tope óseo para la aguja, que procura anestesia y analgesia mediante el bloqueo de las ramas nerviosas periféricas responsables de su inervación. Además, no produce bloqueo motor ni sensitivo de los principales nervios del miembro superior, al limitar la fascia clavipectoral la dispersión de anestésico local hacia el plexo braquial. Es un hecho a destacar, ya que evita la realización de un bloqueo nervioso de las ramas principales del plexo braquial sobre una potencial lesión nerviosa de dicho plexo, hecho que acontece en las fracturas del tercio medio de clavícula hasta en un 7-24% de los casos, lo que minimizaría el riesgo potencial de lesión nerviosa puesto de manifiesto por la teoría del double crush síndrome<sup>17,18</sup>.

El bloqueo medioclavicular, que combina el CPB con la inyección en el MS, ha demostrado una distribución efectiva de la solución anestésica en la región anterosuperior y posteroinferior del periostio clavicular. A pesar de no lograr una cobertura circunferencial completa alrededor de la clavícula, esta técnica presenta una mejora significativa en la distribución del anestésico en comparación con el CPB aplicado de forma aislada.

La incorporación de esta técnica combinada podría ofrecer beneficios clínicos importantes, particularmente en el manejo del dolor perioperatorio en fracturas del tercio medio de la clavícula, que suelen presentar desafíos en cuanto a la cobertura anestésica adecuada. Aunque el estudio muestra que la técnica aún no aborda completamente otras fuentes de dolor, como los espasmos musculares o la analgesia cutánea, sus resultados sugieren que el bloqueo medioclavicular podría ser una herramienta efectiva cuando se combina con otras técnicas anestésicas o analgésicas, como el BPCS.

En términos de aplicación futura, este enfoque dual ofrece el potencial de reducir la necesidad de sedación profunda en intervenciones quirúrgicas para fracturas claviculares, mejorando así la recuperación postoperatoria y reduciendo complicaciones asociadas. Sin embargo, es esencial llevar a cabo estudios clínicos adicionales para evaluar la eficacia del Bloqueo medioclavicular en escenarios quirúrgicos reales y determinar si puede ser considerada una opción de primera línea en el manejo anestésico de estas fracturas, con mejoría clínica respecto del bloqueo de la fascia clavipectoral aislada.

Consideramos que nuestros estudios han presentado las siguientes limitaciones:

- El tamaño de la muestra fue relativamente pequeño, lo que puede no haber representado completamente la variación anatómica posible.
- La diseminación del colorante en especímenes cadavéricos puede no replicar completamente las condiciones in vivo debido a diferencias en elasticidad, permeabilidad y características de irrigación de los tejidos.
- Todos los especímenes procedían de individuos ancianos con cambios osteoartrotríticos y degenerativos que podrían haber afectado la distribución del colorante.
- Todas las muestras de clavícula utilizadas en nuestro estudio estaban intactas y no fracturadas.
- El patrón de tinción nerviosa no puede confirmar definitivamente el efecto analgésico y requerirá una evaluación clínica adicional.
- El tiempo de espera entre la inyección y la disección está lejos de la práctica clínica, donde el efecto clínico se establece en aproximadamente 30 minutos. Creemos que podríamos estar sobreestimando el efecto clínico.
- El patrón de tinción nerviosa, aunque informativo, no puede confirmar definitivamente el efecto analgésico y requerirá una evaluación clínica adicional.
- Las fracturas claviculares en modelos cadavéricos no exhiben los cambios fisiológicos observados en modelos vivos, como el desplazamiento óseo, la inflamación, la respuesta vascular y la cicatrización de tejidos, lo que podría influir en la distribución del anestésico.

## CONCLUSIONES

1. Los estudios anatómicos realizados sobre el bloqueo del plano de la fascia clavipectoral han demostrado que esta técnica logra una distribución efectiva del anestésico en la región anterosuperior del periostio clavicular, afectando también el plano muscular superficial y los nervios supraclaviculares. Sin embargo, se observó una limitada afectación de la región posteroinferior y de las capas musculares profundas, lo que sugiere que el bloqueo del plano de la fascia clavipectoral podría no proporcionar una cobertura anestésica completa en todas las zonas implicadas en fracturas de clavícula.
2. Además, en modelos cadavéricos con fractura del tercio medio de la clavícula, se determinó que la presencia de la fractura no mejora la distribución del anestésico en la región posteroinferior del periostio, lo que reafirma la limitación del bloqueo del plano de la fascia clavipectoral para proporcionar una cobertura circunferencial completa en el foco de la fractura. Este hallazgo destaca la necesidad de explorar técnicas adicionales para optimizar el bloqueo en casos de fracturas claviculares.
3. Finalmente, el bloqueo medioclavicular, la combinación del bloqueo del plano de la fascia clavipectoral con una inyección en el músculo subclavio, mejora parcialmente la distribución del anestésico, aunque no logra una cobertura total en el periostio clavicular. Por lo tanto, se concluye que, si bien el bloqueo medioclavicular puede ser una técnica prometedora para el manejo de fracturas de la clavícula, se requieren estudios clínicos adicionales para evaluar su eficacia en escenarios quirúrgicos y su potencial para mejorar los resultados perioperatorios.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Amer KM, Congiusta D V., Suri P, Choudhry A, Otero K, Adams M. Clavicle fractures: Associated trauma and morbidity. *J Clin Orthop Trauma*. 2021 Feb 1;13:53–6. doi:10.1016/j.jcot.2020.08.020
2. Van Tassel D, Owens BD, Pointer L, Moriatis Wolf J. Incidence of clavicle fractures in sports: Analysis of the NEISS database. *Int J Sports Med*. 2014;35(1):83–6. doi:10.1055/s-0033-1345127
3. Herteleer M, Hoekstra H, Nijs S. Diagnosis and treatment of clavicular fractures in Belgium between 2006 and 2015. *J Shoulder Elb Surg [Internet]*. 2018;27(8):1512–8. doi:10.1016/j.jse.2018.01.016
4. Bakir MS, Unterkofler J, Haralambiev L, Kim S, Carbon R, Ekkernkamp A, et al. Medial injuries of the clavicle: more prevalent than expected? A big data analysis of incidence, age, and gender distribution based on nationwide routine data. *Eur J Trauma Emerg Surg [Internet]*. 2021;47(4):1175–82. doi:10.1007/s00068-019-01293-0
5. Wurm M, Beirer M, Biberthaler P, Kirchhoff C. Clavicular fractures: Diagnostics, management and treatment. *Unfallchirurg*. 2018;121(12):983–98. doi:10.1007/s00113-018-0575-7
6. Ropars M, Thomazeau H, Hutten D. Clavicle fractures. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2017;103(1):S53–9. doi:10.1016/j.otsr.2016.11.007
7. Gottschalk HP, Browne RH, Starr AJ. Shoulder girdle: Patterns of trauma and associated injuries. *J Orthop Trauma*. 2011;25(5):266–71. doi:10.1097/BOT.0b013e3181e47975
8. Ersen A, Atalar AC, Birisik F, Saglam Y, Demirhan M. Comparison of simple arm sling and figure of eight clavicular bandage for midshaft clavicular fractures: A randomised controlled study. *Bone Jt J*. 2015;97B(11):1562–5. doi:10.1302/0301-620X.97B11.35588
9. Hutton M, Brull R, Macfarlane AJR. Regional anaesthesia and outcomes. *BJA Educ*

- . 2018;18(2):52–6. doi:10.1016/j.bjae.2017.10.002
10. Olofsson M, Taffé P, Kirkham KR, Vauclair F, Morin B, Albrecht E. Interscalene brachial plexus block for surgical repair of clavicle fracture: A matched case-controlled study. *BMC Anesthesiol.* 2020;20(1):1–6. doi:10.1186/s12871-020-01005-x
  11. Banerjee S, Acharya R, Sriramka B. Ultrasound-guided inter-scalene brachial plexus block with superficial cervical plexus block compared with general anesthesia in patients undergoing clavicular surgery: A comparative analysis. *Anesth Essays Res.* 2019;13(1):149. doi:10.4103/aer.AER\_185\_18
  12. Nadeau MJ, Lévesque S, Dion N. Anesthésie locorégionale échoguidée pour la chirurgie du membre supérieur. *Can J Anesth.* 2013;60(3):304–20. doi:10.1007/s12630-012-9874-6
  13. Li J, Lam D, King H, Credaroli E, Harmon E, Vadivelu N. Novel Regional Anesthesia for Outpatient Surgery. *Curr Pain Headache Rep.* 2019;23(10). doi:10.1007/s11916-019-0809-6
  14. Nelson M, Reens A, Reda L, Lee D. Profound Prolonged Bradycardia and Hypotension after Interscalene Brachial Plexus Block with Bupivacaine. *J Emerg Med [Internet].* 2018;54(3):e41–3. doi:10.1016/j.jemermed.2017.12.004
  15. Bergmann L, Martini S, Kesselmeier M, Armbruster W, Notheisen T, Adamzik M, et al. Phrenic nerve block caused by interscalene brachial plexus block: Breathing effects of different sites of injection. *BMC Anesthesiol.* 2016;16(1):1–7. doi:10.1186/s12871-016-0218-x
  16. L. VV. Analgesia for clavicular surgery fractures. In: Abs-tracts and Highlight Papers of the 36th Annual European Society of Regional Anaesthesia & Pain Therapy (ESRA) Congress 2017 *Reg Anesth Pain Med* 2017;42:e1-2004.
  17. Ince I, Kilicaslan A, Roques V, Elsharkawy H, Valdes L. Ultrasound-guided clavipectoral fascial plane block in a patient undergoing clavicular surgery. *J Clin Anesth.* 2019;58:125–7. doi:10.1016/j.jclinane.2019.07.011

18. Labandeyra H, Furno JL, Campos JL, Roqués Escolar V, Valdés Vilches LF. Ultrasound-guided clavipectoral fascia plane block for middle third clavicular fracture: A case series. *Rev Esp Anestesiol Reanim.* 2022;69:683–8. doi:10.1016/j.redar.2021.12.006
19. Zhuo Q, Zheng Y, Hu Z, Xiong J, Wu Y, Zheng Y, et al. Ultrasound-Guided Clavipectoral Fascial Plane Block With Intermediate Cervical Plexus Block for Midshaft Clavicular Surgery: A Prospective Randomized Controlled Trial. *Anesth Analg.* 2022;135:633–40. doi:10.1213/ANE.0000000000005911
20. Wijdicks FJG, Millett PJ, Houwert RM, Van Der Meijden OAJ, Verleisdonk EJMM. Systematic review of the complications of plate fixation of clavicle fractures. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2012;132(5):617–25. doi:10.1007/s00402-011-1456-5
21. Robinson L, Persico F, Lorenz E, Seligson D. Clavicular caution: An anatomic study of neurovascular structures. *Injury [Internet].* 2014;45(12):1867–9. doi:10.1016/j.injury.2014.08.031
22. Upton ARM, Mccomas AJ. THE DOUBLE CRUSH IN NERVE-ENTRAPMENT SYNDROMES. *Lancet.* 1973 Aug 18;302(7825):359–62. doi:10.1016/S0140-6736(73)93196-6.
23. Sabaa MAA, Elbadry A, El Malla DA. Ultrasound-Guided Clavipectoral Block for Postoperative Analgesia of Clavicular Surgery: A Prospective Randomized Trial. *Anesthesiol Pain Med.* 2022;12:1–6. doi:10.5812/aapm.121267
24. Xu G, Su P, Cai B, Liu Y, Jiang D, He Y, et al. Ultrasound-guided superficial cervical plexus block combined with clavipectoral fascial plane block or interscalene brachial plexus block in clavicle surgery: a single-centre, double-blind, randomized controlled trial. *J Clin Monit Comput.* 2023;37:985–92. doi:10.1007/s10877-022-00968-1
25. Atalay YO, CiFtci B, EKinci M, Yesiltas S. The effectiveness of clavipectoral fascia plane block for analgesia after clavicle surgery: A report of five cases. *Minerva Anesthesiol.* 2020;86:992–3. doi:10.23736/S0375-9393.20.14503-6

26. Yoshimura M, Morimoto Y. Use of clavipectoral fascial plane block for clavicle fracture: Two case reports. *Saudi J Anaesth.* 2020;14:284–5.  
doi:10.4103/sja.SJA\_52\_20
27. Kukreja P, Davis CJ, MacBeth L, Feinstein J, Kalagara H. Ultrasound-Guided Clavipectoral Fascial Plane Block for Surgery Involving the Clavicle: A Case Series. *Cureus.* 2020;12:6–13. doi:10.7759/cureus.9072
28. Gonçalves D, Sousa CP, Graça R, Miguelez MP, Sampaio C. Clavipectoral Fascia Plane Block Combined With Superficial Cervical Plexus Block for the Removal of Osteosynthesis Material From Clavicle Fracture. *Cureus.* 2023;15:1–5.  
doi:10.7759/cureus.43146
29. Natrajan P, Vaidyanathan B, Dhanger S, Rajesh IJ. Awake clavipectoral facial plane block for clavicle surgeries: A case series. *Indian J Anaesth.* 2023;67:1135–7.  
doi:10.4103/ija.ija\_202\_23
30. Metinyurt HF, Sugur T, Kavakli AS, Cagirci G. Clavipectoral fascial plane block for implantable cardioverter defibrillator implantation. *J Clin Anesth.* 2021;71:110197.  
doi:10.1016/j.jclinane.2021.110197
31. Noji Y, Inoue S, Watanabe K. Bilateral clavipectoral fascial plane block in single-stage surgery for bilateral midshaft clavicle fractures. *JA Clin Reports.* 2023;9(1):4–5. doi:10.1186/s40981-023-00612-0
32. Rosales AL, Aypa NS. Clavipectoral plane block as a sole anesthetic technique for clavicle surgery - A case report. *Anesth Pain Med.* 2022;17:93–7.  
doi:10.17085/apm.21085
33. Sonawane K, Dharmapuri S, Saxena S, Mistry T, Balavenkatasubramanian J. Awake Single-Stage Bilateral Clavicle Surgeries Under a Bilateral Clavipectoral Fascial Plane Block: A Case Report and Review of Literature. *Cureus.* 2021;13.  
doi:10.7759/cureus.20537
34. Atalay YO, Mursel E, Ciftci B, Iptec G. Clavipectoral fascia plane block for analgesia after clavicle surgery. *Rev Española Anestesiología y Reanimación.*

2019;66(10):562–3. doi:10.1016/j.redare.2019.06.007

35. Zhuo Q, Wang L. In Response. *Anesth Analg*. 2022;135:E25. doi:10.1213/ANE.0000000000006151
36. Labandeyra H, Heredia-Carques C, Campoy JC, Váldez-Vilches LF, Prats-Galino A, Sala-Blanch X. Clavipectoral fascia plane block spread: an anatomical study. *Reg Anesth Pain Med*. 2023;rapm-2023-104785. doi:10.1136/rapm-2023-104785
37. Labandeyra H, Heredia C, Váldez-Vilches LF, Sala-Blanch X. Clavipectoral Fascia Plane Block: Is This Hyperreality? *Anesth Analg*. 2022 Oct 1;135:E23–4. doi:10.1213/ANE.0000000000006150
38. Labandeyra H, Váldez-Vilches LF, Prats-Galino A, Sala-Blanch X. Midclavicle block: An anatomical study. *Eur J Anaesthesiol*. 2024 Oct 24. doi:10.1097/EJA.0000000000002079
39. Heredia-Carqués C, Labandeyra H, Castellanos M. Clavipectoral Fascia and Clavipectoral Fascia Plane Block: To Be or Not to Be. *Anesth Analg*. 2024;139:446–8. doi:10.1213/ANE.0000000000006837
40. Rouvière H; Delmas A. La región del hombro, la axila y el brazo. In: *Anatomía humana descriptiva, topográfica y funcional Tomo 2*. 11th ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2018. p. 549–51.
41. Abbott LC, Lucas DB. The function of clavicle; its surgical significance. *Ann Surg*. 1954;140(4):583–99. doi:10.1097/00000658-195410000-00014
42. Testut L, Latarjet A. Aponeurosis de la región anterolateral del tórax. In: *Tratado de anatomía humana*. Tomo 1. 9th ed. Barcelona: Editorial Salvat; 1994. p. 908–10.
43. Rosse C; Gaddum-Rosse P. Part IV: Limbs, Chapter 15: Pectoral region, axilla, and shoulder. In: *Hollinshead's Textbook of Anatomy*. 5th ed. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1997. p. 213.
44. B, King. A S. Functional axillary anatomy : time for a new look at the clavipectoral fascia ? *ANZ J Surg*. 2012;82(9):576–7. doi:10.1111/j.1445-2197.2012.06162.x

45. Poitevin LA, Postan D, Forlizzi V. Axilla fasciae. New research on 34 cases. *Rev Argentina Anatomía Online*. 2016;VII(2):70–5.
46. Moya D, Poitevin LA, Postan D, Azulay GA, Valente S, Giacomelli F, et al. The medial coracoclavicular ligament: anatomy, biomechanics, and clinical relevance—a research study. *JSES Open Access*. 2018;2(4):183–9. doi:10.1016/j.jses.2018.07.001
47. Stecco A, Masiero S, Macchi V, Stecco C, Porzionato A, De Caro R. The pectoral fascia: anatomical and histological study. *J Bodyw Mov Ther*. 2009 Jul;13(3):255–61. doi:10.1016/j.jbmt.2008.04.036
48. Buntine JA. The Omohyoid Muscle and Fascia: Morphology and Anomalies. *Aust N Z J Surg*. 1970;40(1):86–8. doi:10.1111/j.1445-2197.1970.tb04034.x
49. Jinde L, Jianliang S, Xiaoping C, Xiaoyan T, Jiaqing L, Qun M, et al. Anatomy and clinical significance of pectoral fascia. *Plast Reconstr Surg*. 2006;118(7):1557–60. doi:10.1097/01.prs.0000237002.89761.98
50. Labandeyra H, Heredia C, Váldez-Vilches LF, Prats-Galino A, Sala-Blanch X. Clavipectoral fascia plane block in midshaft clavicle fractures: A cadaveric study. *J Clin Anesth*. 2024;96(February):0–4. doi:10.1016/j.jclinane.2024.111469
51. Clitherow HDS, Bain GI. Major neurovascular complications of clavicle fracture surgery. *Shoulder Elb*. 2015;7(1):3–12. doi:10.1177/1758573214546058