



REVISTA ESPAÑOLA DE PODOLOGÍA

Publicación Oficial del Consejo General de Colegios Oficiales de Podólogos

Artículo Aceptado para su pre-publicación / Article Accepted for pre-publication

Título / Title:

Evaluación del dolor y efectividad de los procedimientos anestésicos en pacientes con onicocriptosis sometidos a cirugía ungueal: ensayo clínico aleatorizado / Pain assessment and effectiveness of anesthetic procedures in patients with onychocryptosis undergoing nail surgery: a randomized clinical trial

Autores / Authors:

Ana M.^a Rayo Pérez, Rafael Rayo Martín, Rafael Rayo Rosado, Joao Miguel Costa Martiniano, Raquel García de la Peña

DOI: [10.20986/revesppod.2026.1765/2025](https://doi.org/10.20986/revesppod.2026.1765/2025)

Instrucciones de citación para el artículo / Citation instructions for the article:

Rayo Pérez Ana M.^a, Rayo Martín Rafael, Rayo Rosado Rafael, Costa Martiniano Joao Miguel, García de la Peña Raquel . Evaluación del dolor y efectividad de los procedimientos anestésicos en pacientes con onicocriptosis sometidos a cirugía ungueal: ensayo clínico aleatorizado / Pain assessment and effectiveness of anesthetic procedures in patients with onychocryptosis undergoing nail surgery: a randomized clinical trial. Rev. Esp. Pod. 2026. doi: 10.20986/revesppod.2026.1765/2025.



Este es un archivo PDF de un manuscrito inédito que ha sido aceptado para su publicación en la Revista Española de Podología. Como un servicio a nuestros clientes estamos proporcionando esta primera versión del manuscrito en estado de pre-publicación. El manuscrito será sometido a la corrección de estilo final, composición y revisión de la prueba resultante antes de que se publique en su forma final. Tenga en cuenta que durante el proceso de producción se pueden dar errores lo que podría afectar el contenido final.



ORIGINAL

Artículo bilingüe español / inglés

Rev Esp Podol. 2025;xx(x):xx-xx

DOI: <http://dx.doi.org/10.20986/revesppod.2025.1765/2025>

Evaluación del dolor y efectividad de los procedimientos anestésicos en pacientes con onicocriptosis sometidos a cirugía ungueal: ensayo clínico aleatorizado

Pain assessment and effectiveness of anesthetic procedures in patients with onychocryptosis undergoing nail surgery: a randomized clinical trial

Ana M.^a Rayo Pérez¹, Rafael Rayo Martín¹, Rafael Rayo Rosado¹, Joao Miguel Costa Martiniano² y Raquel García de la Peña¹

¹Departamento de Podología. Universidad de Sevilla, España. ²Escola Superior de Saúde da Cruz Vermelha Portuguesa. Lisboa, Portugal

Palabras claves:

Anestesia local, dolor, infiltración anestésica, analgesia tópica, cirugía podológica, dedo, pie, onicocriptosis.

Keywords:

First ray, foot, plantar flexion, dorsal flexion, total mobility, low back pain.

Resumen

Introducción: La anestesia local es fundamental en cirugía podológica, pero la infiltración anestésica suele generar dolor y ansiedad en los pacientes. La elección de la técnica de inyección y del método de administración puede influir en la percepción dolorosa, especialmente en el bloqueo digital del hallux.

Pacientes y métodos: Se llevó a cabo un ensayo clínico aleatorizado y simple ciego con 120 pacientes sometidos a cirugía ungueal por onicocriptosis. Los participantes fueron asignados al azar a 4 grupos según la técnica anestésica (H de Frost o H de Frost modificada) y el método de administración (jeringa convencional o carpule). Se utilizó mepivacaína al 3 % y el dolor postinfiltración se midió mediante la Escala Visual Analógica (EVA). El análisis estadístico incluyó pruebas no paramétricas (Kruskal-Wallis y U de Mann-Whitney).

Resultados: La técnica de H de Frost modificada presentó menor dolor en comparación con la técnica convencional (media EVA: 3.8 vs. 4.3; $p = 0.045$). El uso de carpule redujo significativamente la percepción dolorosa frente a la jeringa convencional (media EVA: 3.7 vs. 4.4; $p = 0.023$).

Conclusión: La técnica de H de Frost modificada y el uso de carpule mejoran la tolerancia del paciente a la infiltración anestésica, constituyendo estrategias recomendables para optimizar la experiencia clínica en cirugía podológica.

Abstract

Introduction: Local anesthesia is essential in podiatric surgery; however, anesthetic infiltration often causes pain and anxiety in patients. The choice of injection technique and administration method may influence pain perception, especially in digital hallux block.

Patients and methods: A randomized, single-blind clinical trial was conducted with 120 patients undergoing nail surgery for onychocryptosis. Participants were randomly assigned to 4 groups based on the anesthetic technique (Frost's H or modified Frost's H) and the administration method (conventional syringe or carpule). 3 % mepivacaine was used, and postinfiltration pain was measured using the Visual Analog Scale (VAS). Statistical analysis included nonparametric tests (Kruskal-Wallis and Mann-Whitney U).

Results: The modified H of Frost technique showed lower pain scores compared to the conventional technique (mean VAS: 3.8 vs. 4.3; $p = 0.045$). The use of carpule significantly reduced pain perception compared to the conventional syringe (mean VAS: 3.7 vs. 4.4; $p = 0.023$).

Conclusion: The modified H of Frost technique and the use of carpule improve patient tolerance to anesthetic infiltration, representing useful strategies to optimize the clinical experience in podiatric surgery.

Recivido: 29-09-2025

Aceptado: 02-12-2025



0210-1238 © Los autores. 2025.
Editorial: INSPIRA NETWORK GROUP S.L.
Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC Reconocimiento 4.0 Internacional
(www.creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Correspondencia:

Ana M.^a Rayo Pérez
anarayo43@gmail.com

Introducción

La administración de anestesia local constituye un procedimiento fundamental en múltiples especialidades médicas y quirúrgicas, entre ellas la podología, la dermatología y la odontología. No obstante, la infiltración del anestésico suele generar dolor y ansiedad en los pacientes, lo que ha impulsado el desarrollo de estrategias destinadas a reducir dichas molestias y mejorar la experiencia clínica global^{1,2}. La percepción del dolor durante la inyección depende de diversos factores, como la técnica de infiltración empleada, el calibre de la aguja, el volumen y la velocidad de administración, así como del uso de agentes tópicos o métodos físicos adyuvantes^{3,4}.

En la literatura se han descrito diferentes abordajes orientados a mitigar el dolor derivado de la infiltración anestésica. Entre ellos, el enfriamiento local o con aire frío ha demostrado eficacia en cirugía ungueal al mejorar la tolerancia del procedimiento⁵. Asimismo, técnicas específicas de inserción de la aguja, como la punción paralela al plano cutáneo o la inserción mínima, han sido propuestas para reducir la percepción dolorosa¹. La elección del agente anestésico también es determinante: la adición de adrenalina puede prolongar la duración del bloqueo y mejorar su efectividad, aunque con variaciones interindividuales⁶.

La sensibilidad al dolor no es homogénea y puede variar en función de factores como la edad o el estado emocional del paciente. Se ha documentado que la percepción dolorosa tiende a disminuir con la edad, lo cual podría explicar diferencias significativas entre grupos etarios⁷. Por otra parte, la ansiedad previa a los procedimientos invasivos puede exacerbar la percepción del dolor, lo que subraya la importancia de implementar estrategias que reduzcan tanto la incomodidad física como el componente psicológico⁸.

En el ámbito de la cirugía del hallux, se han desarrollado técnicas específicas de bloqueo digital anestésico con el objetivo de optimizar la efectividad y disminuir la molestia durante la infiltración. La técnica en "V" ha mostrado resultados satisfactorios en procedimientos como la onicocriptosis⁹. En paralelo, la aplicación de anestésicos tópicos, como la benzocaína al 20 %, ha evidenciado una efectividad variable en la reducción del dolor previo a la infiltración, con resultados inconsistentes entre estudios^{10,11}.

La persistencia del dolor asociado a la anestesia infiltrativa constituye un desafío clínico relevante. Por ello, resulta esencial continuar explorando estrategias que combinen técnicas menos invasivas, métodos físicos y farmacológicos complementarios, así como la personalización del abordaje anestésico en función de las características individuales del paciente. Dichos avances no solo contribuirán a mejorar la experiencia anestésica, sino que también podrían repercutir en la seguridad, efectividad y satisfacción global con el procedimiento quirúrgico. El presente estudio tiene como objetivo evaluar el dolor percibido durante la infiltración anestésica en pacientes con onicocriptosis sometidos a cirugía ungueal mediante la técnica de fenol-alcohol, comparando diferentes técnicas de bloqueo (H de Frost y H de Frost modificada) y métodos de administración (jeringa convencional o carpule). Asimismo, se exploró la posible influencia del sexo y del resultado del Prick Test sobre la intensidad del dolor, medida mediante la Escala Visual Analógica (EVA).

Pacientes y métodos

Diseño

Se llevó a cabo un ensayo clínico aleatorizado, simple ciego y de diseño factorial 2 × 2, siguiendo las directrices de los Estándares Consolidados de Informes de Ensayos (CONSORT).

Participantes

Los participantes fueron asignados aleatoriamente mediante una secuencia generada por ordenador a uno de 4 grupos experimentales, garantizando la homogeneidad en cuanto a sexo y edad mediante aleatorización estratificada por bloques de tamaño 4. La ocultación de la asignación se realizó mediante sobres opacos, numerados y sellados, preparados por un investigador independiente.

Los grupos experimentales fueron los siguientes: 1) técnica H de Frost con jeringa convencional; 2) técnica H de Frost con carpule; 3) técnica H de Frost modificada con jeringa convencional y 4) técnica H de Frost modificada con carpule.

Cada grupo estuvo compuesto por 30 participantes (n = 120). El estudio se desarrolló bajo un esquema simple ciego, de manera que los pacientes desconocían la técnica de infiltración asignada.

El reclutamiento se realizó en la Clínica Rayo (Arahal, Sevilla), entre enero y diciembre de 2023/2024. Los potenciales participantes fueron informados del estudio durante su consulta prequirúrgica y se les invitó a participar voluntariamente.

Criterios de elegibilidad

Los criterios de inclusión fueron: pacientes de 18 a 40 años, con diagnóstico de onicocriptosis unilateral y candidatos a cirugía digital mediante técnica de fenol-alcohol, que firmaron el consentimiento informado.

Los criterios de exclusión incluyeron: alergia a anestésicos locales, presencia de infección activa en el sitio quirúrgico, trastornos neurológicos o vasculares periféricos, y embarazo o lactancia.

Variables del estudio

La variable principal fue la intensidad del dolor inmediatamente tras la infiltración anestésica, evaluada mediante la EVA, de 10 cm, donde 0 = "sin dolor" y 10 = "dolor insoportable".

La variable secundaria fue la respuesta al Prick Test a los 5 minutos de la infiltración, consistente en una punción superficial con aguja estéril para valorar la presencia o ausencia de sensibilidad dolorosa en el área anestesiada, como medida objetiva de la efectividad del bloqueo.

Se registraron además variables demográficas: edad, sexo y lateralidad del pie intervenido.

La EVA fue administrada en formato papel, autoadministrada por el paciente inmediatamente después de la infiltración, tras recibir la instrucción de marcar la intensidad del dolor percibido durante la inyección.

Técnicas y procedimientos

Todos los procedimientos fueron realizados por un único operador con más de 5 años de experiencia en cirugía podológica, bajo

condiciones ambientales controladas: temperatura media de 20.4 °C, humedad relativa del 55 %, iluminación uniforme y posición ergonómica del paciente con el pie en reposo sobre soporte acolchado.

Se emplearon 2 métodos de infiltración (jeringa convencional y carpule) aplicados mediante 2 técnicas anestésicas:

- Técnica H de Frost (Figura 1): se realizan 2 punciones a 90° respecto al eje del dedo con el objetivo de bloquear los nervios digitales del hallux. En primer lugar, se efectúa una punción en la base lateral del dedo, depositando un habón anestésico en la región plantar y creando un cordón de anestesia hacia la zona dorsal. A continuación, con el dedo ligeramente en flexión dorsal, se introduce la aguja por encima del tendón del extensor largo del hallux para infiltrar un segundo habón anestésico en su base medial. Finalmente, se realiza una segunda punción en la base medial del dedo, donde se deja un habón anestésico plantar y se completa el cordón anestésico hacia la región dorsal¹.
- Técnica H de Frost modificada (Figura 2): se realizan 3 punciones a 90° respecto al eje del dedo. En primer lugar, se efectúa una punción en la base lateral del dedo, depositando un habón anestésico en la región plantar y creando un cordón de anestesia hacia la zona dorsal. A continuación, se realiza una segunda punción en la base medial del dedo, donde se deja un habón anestésico plantar y se completa el cordón anestésico hacia la región dorsal. Finalmente, se lleva a cabo una tercera punción a nivel de la base plantar medial del dedo, depositando un cordón anestésico desde plantar-lateral a plantar-medial¹².

En todas las infiltraciones se administró un volumen constante de 3.8 ml de mepivacaína al 3 % sin vasoconstrictor, utilizando una aguja de 27 G y 40 × 25 mm para asegurar la uniformidad del procedimiento. Este volumen se obtuvo empleando 2 viales tipo carpule en cada infiltración, dado que cada carpule contenía 1.6 ml de solución anestésica.

La intensidad del dolor se registró de inmediato tras la infiltración, mediante la EVA, sin conocimiento del evaluador sobre la técnica aplicada, lo que garantizó parcial enmascaramiento en la recogida de datos.

Tamaño de la muestra

El tamaño muestral se estableció en 120 pacientes (30 por grupo), calculado para detectar una diferencia mínima de 1.5 puntos en la EVA, con un poder estadístico del 80 % y un nivel de significación de 0.05, considerando una desviación estándar de 2 puntos.

Análisis estadístico

Las variables continuas se describieron mediante media ± desviación estándar o mediana (rango intercuartílico) según su distribución.

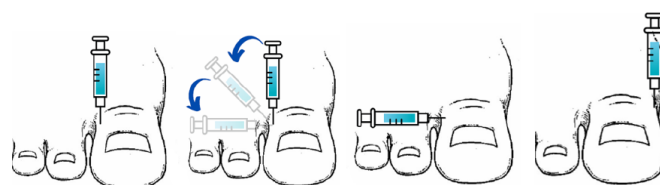


Figura 1. Técnica H de Frost.

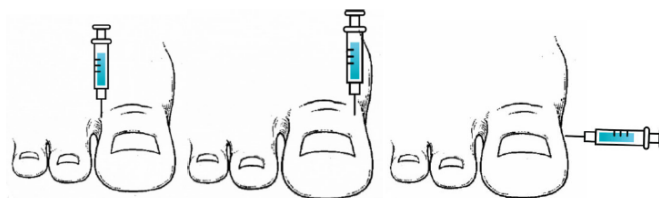


Figura 2. Técnica H de Frost modificada.

La normalidad se verificó mediante la prueba de Shapiro–Wilk. Para la comparación entre grupos se realizó un test de contraste de hipótesis donde se aplicaron pruebas no paramétricas (Kruskal–Wallis y U de Mann–Whitney con corrección de Bonferroni). Se calcularon los intervalos de confianza del 95 % y tamaños de efecto (r de Rosenthal) para valorar la relevancia clínica de las diferencias observadas. Se realizó además un análisis de regresión logística multivariante para identificar factores asociados al dolor postinfiltración. Todos los análisis se llevaron a cabo con SPSS v.25 (IBM Corp., Armonk, NY, EE. UU.), considerándose significativo un valor $p < 0.05$.

Resultados

Se realizó un análisis descriptivo de las variables (Tabla I) incluidas en el estudio, con el objetivo de caracterizar la muestra y establecer la base para los análisis inferenciales.

La intensidad del dolor tras la infiltración, medida mediante la EVA, presentó una media de 4.1, mediana de 4 y moda de 5, con un rango de 1 a 7 y desviación estándar de 1.3.

En caso de bloqueos insuficientes, el número de aplicaciones de anestesia requeridas mostró una media de 1.1, mediana y moda de 1, con un rango de 1 a 2 y desviación estándar de 0.3.

Los resultados indicaron que ambas variables no seguían una distribución normal. Por este motivo, se emplearon pruebas no paramétricas en los análisis inferenciales.

Tabla I. Estadística descriptiva de variables cuantitativas.

Variable	Media	Mediana	Moda	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Edad (años)	27.5	25	23	6.2	18	38
EVA postinfiltración	4.1	4	5	1.3	1	7
Número de aplicaciones anestésicas	1.1	1	1	0.3	1	2

EVA: Escala Visual Analógica.

La prueba de Kruskal-Wallis aplicada a la EVA según la técnica quirúrgica (Tabla II) mostró que la media de EVA en los pacientes sometidos a la técnica H de Frost fue de 4.3, mientras que en aquellos tratados con la técnica H de Frost modificada fue de 3.8, con un valor p de 0.045, lo que indica diferencias estadísticamente significativas en la percepción del dolor.

La comparación del dolor según el sexo (Tabla II), mediante la prueba de Mann-Whitney U, mostró una media de EVA de 4.2 en hombres y 3.9 en mujeres, sin alcanzar significación estadística ($p = 0.32$).

La comparación de la EVA según el método de infiltración (Tabla II) mostró que la media de EVA en el grupo infiltrado mediante jeringa fue de 4.4, mientras que en el grupo infiltrado mediante carpule fue de 3.7, con un valor p de 0.023, indicando diferencias estadísticamente significativas.

En cuanto al Prick Test (Tabla II), la media de EVA fue de 4.0 en pacientes con prueba negativa y de 4.5 en pacientes con prueba positiva, sin alcanzar significación estadística ($p = 0.15$).

Discusión

El dolor experimentado inmediatamente tras la infiltración anestésica constituye un factor determinante en la tolerancia del paciente a los procedimientos quirúrgicos menores en podología. En el presente estudio se analizaron diversas estrategias destinadas a reducir la molestia asociada con la administración de anestesia local, obteniéndose resultados que coinciden parcialmente con la literatura previa y que aportan nueva evidencia en el contexto específico de la cirugía digital podológica.

La utilización de anestésicos tópicos ha sido objeto de numerosos estudios. De Freiras y cols.¹⁰ demostraron que la benzocaína al 20 % presentó mayor eficacia que el placebo para reducir el dolor en procedimientos orales, mientras que Al-Melh y Andersson¹³ compararon distintos agentes tópicos y concluyeron que su efectividad puede ser limitada, especialmente en áreas de alta sensibilidad mucosa.

Tabla II. Comparación de las puntuaciones EVA según técnica quirúrgica, sexo, método de infiltración y resultado del Prick Test.

Variable	Media de EVA	Valor p
Técnica quirúrgica		
H de Frost	4.3	0.045
H de Frost modificada	3.8	—
Sexo		
Hombres	4.2	0.32
Mujeres	3.9	—
Método de infiltración		
Jeringa	4.4	0.023
Carpule	3.7	—
Prick Test		
Negativo	4.0	0.15
Positivo	4.5	—

EVA: Escala Visual Analógica.

De forma similar, Serour y cols.¹⁴ observaron que la aplicación de crema EMLA antes de un bloqueo digital no produjo una reducción significativa del dolor durante la inyección anestésica. Estos hallazgos sugieren que, aunque los anestésicos tópicos pueden ser útiles en determinados escenarios, su impacto clínico es variable y depende del tipo de procedimiento y del área anatómica tratada.

En contraste, los agentes refrigerantes han mostrado una eficacia más constante y sencilla de aplicar. Kosaraju y Vandewalle¹⁵ encontraron que un spray refrigerante reducía el dolor de manera más efectiva que un gel anestésico, mientras que Ricardo y Lipner⁵ demostraron que el enfriamiento por aire mejoraba significativamente la tolerancia durante la infiltración anestésica en cirugía ungual. De forma concordante, Kose y cols.¹⁶ reportaron una disminución significativa del dolor tras la aplicación de vapocoolantes antes del bloqueo digital.

La técnica de administración constituye otro factor clave en la percepción dolorosa. Martires y cols.¹⁷ evidenciaron que inyectar lidocaína en un ángulo de 90°, en lugar de 45°, reducía significativamente la molestia experimentada por los pacientes. Oliveira y cols.¹⁸ analizaron el uso de inyecciones a chorro sin aguja, concluyendo que esta modalidad generaba una menor percepción dolorosa que las técnicas convencionales. Asimismo, la aplicación de frío local mediante hielo ha mostrado beneficios clínicos, como documentaron Hayward y cols.¹⁹, quienes observaron una reducción significativa del dolor en bloqueos digitales del hallux.

Los resultados del presente estudio son coherentes con la evidencia disponible, al mostrar que la modificación de la técnica de infiltración y la aplicación de medidas coadyuvantes pueden disminuir de manera significativa la percepción dolorosa durante la anestesia infiltrativa en cirugía podológica. No obstante, aunque los anestésicos tópicos han sido ampliamente evaluados, su efectividad continúa siendo variable, lo que resalta la necesidad de explorar estrategias complementarias adaptadas a cada situación clínica.

En este sentido, futuras investigaciones deberían centrarse en identificar la combinación óptima de estas medidas, así como incorporar la evaluación de otros factores potencialmente influyentes en la experiencia del paciente, tales como la ansiedad previa al procedimiento, la tolerancia individual al dolor y las variables demográficas o psicológicas. Un enfoque multidimensional permitiría desarrollar protocolos más eficaces y personalizados, contribuyendo a mejorar la experiencia anestésica y el bienestar del paciente en el ámbito podológico.

Este estudio presenta diversas limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. En primer lugar, se trata de un ensayo clínico realizado en un único centro, lo que podría limitar la generalización de los hallazgos a otros entornos clínicos o poblaciones con diferentes características sociodemográficas y culturales. En segundo lugar, aunque se contó con un tamaño muestral suficiente para detectar diferencias significativas en la percepción del dolor, el rango etario de los participantes (18–40 años) restringe la aplicabilidad de los resultados a otros grupos de edad, como pacientes pediátricos o adultos mayores, que pueden presentar distinta sensibilidad al dolor y respuesta anestésica. Otra limitación relevante es el diseño simple ciego, dado que los pacientes desconocían la técnica de infiltración asignada, pero el investigador no estaba enmascarado, lo que podría introducir un sesgo en la administración de la anestesia o en la recogida de datos. Asimismo, no se evaluaron variables psicológicas

como la ansiedad preoperatoria, conocida por influir en la percepción del dolor, lo que podría haber condicionado las respuestas obtenidas en la EVA. Finalmente, el seguimiento se limitó a la evaluación inmediata tras la infiltración, sin considerar la duración del bloqueo ni posibles complicaciones posteriores, lo que restringe el análisis de la efectividad global de las técnicas anestésicas evaluadas.

En conclusión, los resultados del presente estudio muestran que tanto la técnica de infiltración como el método de administración influyen de manera significativa en la percepción del dolor durante la anestesia digital en pacientes con onicocriptosis, evidenciándose que la técnica de H de Frost modificada se asocia con una menor intensidad dolorosa respecto a la técnica original y que el uso de carpule mejora la tolerancia en comparación con la jeringa convencional; en contraste, no se observaron diferencias significativas en función del sexo ni del resultado del Prick Test, lo que indica que la mejora en la experiencia del paciente depende principalmente de las características técnicas del procedimiento, respaldando la necesidad de optimizar las estrategias anestésicas e indicando que la combinación de la técnica modificada con el uso de carpule podría ofrecer un beneficio clínico relevante durante la infiltración anestésica.

Declaración ética

El estudio se registró en ClinicalTrials.gov (NCT06352255) y fue aprobado por el Comité de Investigación Bioética de la Universidad de Málaga (código 207-2023-H).

Conflicto de intereses

Ninguno.

Financiación

Ninguna.

Contribución de los autores

Concepción y diseño del estudio: RRM. Recogida de datos: AMRP, RRM, RRR. Análisis e interpretación de resultados: JMCM. Creación, redacción y preparación del boceto inicial: AMRP. Revisión final: RGP.

Bibliografía

- Zelickson BR, Goldberg LH, Rubenzik MK, Wu WJ, Sinai M. Parallel, minimal needle-insertion technique for achieving a painless injection of local anesthetic. *J Am Acad Dermatol.* 2017;77(2):369-70. DOI: 10.1016/j.jaad.2017.03.007.
- Strazar AR, Leynes PG, Lalonde DH. Minimizing the pain of local anesthesia injection. *Plast Reconstr Surg.* 2013;132(3):675-84. DOI: 10.1097/PRS.0b013e31829ad1e2.
- Saenz McPherson J, Dixon SA, Townsend R, Vandewalle KS. Effect of needle design on pain from dental local anesthetic injections. *Anesth Prog.* 2015;62(1):2-7. DOI: 10.2344/0003-3006-62.1.2.
- Flanagan T, Wahl MJ, Schmitt MM, Wahl JA. Size doesn't matter: Needle gauge and injection pain. *Gen Dent.* 2007;55(3):216-7.
- Ricardo JW, Lipner SR. Air cooling for improved analgesia during local anesthetic infiltration for nail surgery. *J Am Acad Dermatol.* 2021;84(5):e231-2. DOI: 10.1016/j.jaad.2019.11.032.
- Dos Reis Júnior A, Quinto D. Digital block with or without the addition of epinephrine in the anesthetic solution. *Braz J Anesthesiol.* 2016;66(1):63-71. DOI: 10.1016/j.bjane.2013.12.004.
- Tumi H, Johnson M, Dantas P, Maynard MJ, Tashani OA. Age-related changes in pain sensitivity in healthy humans: A systematic review with meta-analysis. *Eur J Pain.* 2017;21(6):955-64. DOI: 10.1002/ejp.1011.
- Libonati A, Nardi R, Gallusi G, Angotti V, Caruso S, Coniglione F, et al. Pain and anxiety associated with Computer-Controlled Local Anaesthesia: Systematic review and meta-analysis of cross-over studies. *Eur J Paediatr Dent.* 2018;19(4):324-32.
- Sánchez Hernández S, Giralt de Veciana E. Anestesia del primer dedo del pie mediante técnica en V en el tratamiento quirúrgico de la onicocriptosis. *Actas Dermosifiliogr.* 2022;113(4):425-6. DOI: 10.1016/j.ad.2020.08.024.
- De Freiras GC, Pozzobon RT, Blaya DS, Moreira CH. Efficacy of benzocaine 20% topical anesthetic compared to placebo prior to administration of local anesthesia in the oral cavity: A randomized controlled trial. *Anesth Prog.* 2015;62(2):46-50. DOI: 10.2344/0003-3006-62.2.46.
- Noël B. Letter: Anesthesia for ingrowing toenail surgery. *Dermatol Surg.* 2010;36(8):1356-7. DOI: 10.1111/j.1524-4725.2010.01640.x.
- Rayo-Pérez AM, Rayo-Rosado R, Rayo-Martin R, Reina-Bueno M. Analysis of pain and effectiveness in digital block of the first toe using syringe vs. carpule: Frost's H vs. modified Frost's H randomized clinical trial. *J Clin Med.* 2024;13(14):4185. DOI: 10.3390/jcm13144185.
- Al-Melh MA, Andersson L. Comparison of topical anesthetics (EMLA/Oraqix vs. benzocaine) on pain experienced during palatal needle injection. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;103(5):e16. DOI: 10.1016/j.tripleo.2006.11.033.
- Serour F, Ben-Yehuda Y, Boaz M. EMLA cream prior to digital nerve block for ingrown nail surgery does not reduce pain at injection of anesthetic solution. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2002;46(2):203-6. DOI: 10.1034/j.1399-6576.2002.460215.x.
- Kosaraju A, Vandewalle KS. A comparison of a refrigerant and a topical anesthetic gel as preinjection anesthetics. *J Am Dent Assoc.* 2009;140(1):68-72. DOI: 10.14219/jada.archive.2009.0020.
- Kose O, Saylan S, Ediz N, Yigit S. Effects of topical alkane vapocoolant spray on pain intensity prior to digital nerve block for ingrown nail surgery. *Foot Ankle Spec.* 2010;3(2):73-5. DOI: 10.1177/1938640010363172.
- Martires KJ, Malbasa CL, Bordeaux JS. A randomized controlled crossover trial: Lidocaine injected at a 90-degree angle causes less pain than lidocaine injected at a 45-degree angle. *J Am Acad Dermatol.* 2011;65(6):1231-3. DOI: 10.1016/j.jaad.2011.04.011.
- Oliveira ACA, Amorim KS, Nascimento Júnior EM, Duarte ACB, Groppo FC, Takeshita WM, et al. Evaluación de las propiedades anestésicas y el dolor durante la anestesia con inyección a chorro sin aguja: un ensayo clínico aleatorizado. *Rev Ciénc Oral Aplic.* 2019;27:e20180195.
- Hayward SC, Landorf KB, Redmond AC. Ice reduces needle-stick pain associated with a digital nerve block of the hallux. *Foot.* 2006;16(3):145-8. DOI: 10.1016/j.foot.2006.04.001.



ORIGINAL

Bilingual article English/Spanish

Rev Esp Podol. 2025;xx(x):xx-xx

DOI: <http://dx.doi.org/10.20986/revesppod.2025.1765/2025>

Pain assessment and effectiveness of anesthetic procedures in patients with onychocryptosis undergoing nail surgery: a randomized clinical trial

Evaluación del dolor y efectividad de los procedimientos anestésicos en pacientes con onicocriptosis sometidos a cirugía ungueal: ensayo clínico aleatorizado

Ana M.^a Rayo Pérez¹, Rafael Rayo Martín¹, Rafael Rayo Rosado¹, Joao Miguel Costa Martiniano² and Raquel García de la Peña¹

¹Departamento de Podología. Universidad de Sevilla, España. ²Escola Superior de Saúde da Cruz Vermelha Portuguesa. Lisboa, Portugal

Keywords:

First ray, foot, plantar flexion, dorsal flexion, total mobility, low back pain.

Palabras claves:

Anestesia local, dolor, infiltración anestésica, analgesia tópica, cirugía podológica, dedo, pie, onicocriptosis.

Abstract

Introduction: Local anesthesia is essential in podiatric surgery; however, anesthetic infiltration often causes pain and anxiety in patients. The choice of injection technique and administration method may influence pain perception, especially in digital hallux block.

Patients and methods: A randomized, single-blind clinical trial was conducted with 120 patients undergoing nail surgery for onychocryptosis. Participants were randomly assigned to 4 groups based on the anesthetic technique (Frost's H or modified Frost's H) and the administration method (conventional syringe or carpule). 3 % mepivacaine was used, and postinfiltration pain was measured using the Visual Analog Scale (VAS). Statistical analysis included nonparametric tests (Kruskal-Wallis and Mann-Whitney U).

Results: The modified H of Frost technique showed lower pain scores compared to the conventional technique (mean VAS: 3.8 vs. 4.3; $p = 0.045$). The use of carpule significantly reduced pain perception compared to the conventional syringe (mean VAS: 3.7 vs. 4.4; $p = 0.023$).

Conclusion: The modified H of Frost technique and the use of carpule improve patient tolerance to anesthetic infiltration, representing useful strategies to optimize the clinical experience in podiatric surgery.

Resumen

Introducción: La anestesia local es fundamental en cirugía podológica, pero la infiltración anestésica suele generar dolor y ansiedad en los pacientes. La elección de la técnica de inyección y del método de administración puede influir en la percepción dolorosa, especialmente en el bloqueo digital del hallux.

Pacientes y métodos: Se llevó a cabo un ensayo clínico aleatorizado y simple ciego con 120 pacientes sometidos a cirugía ungueal por onicocriptosis. Los participantes fueron asignados al azar a 4 grupos según la técnica anestésica (H de Frost o H de Frost modificada) y el método de administración (jeringa convencional o carpule). Se utilizó mepivacaína al 3 % y el dolor postinfiltración se midió mediante la Escala Visual Analógica (EVA). El análisis estadístico incluyó pruebas no paramétricas (Kruskal-Wallis y U de Mann-Whitney).

Resultados: La técnica de H de Frost modificada presentó menor dolor en comparación con la técnica convencional (media EVA: 3.8 vs. 4.3; $p = 0.045$). El uso de carpule redujo significativamente la percepción dolorosa frente a la jeringa convencional (media EVA: 3.7 vs. 4.4; $p = 0.023$).

Conclusión: La técnica de H de Frost modificada y el uso de carpule mejoran la tolerancia del paciente a la infiltración anestésica, constituyendo estrategias recomendables para optimizar la experiencia clínica en cirugía podológica.

Received: 29-09-2025

Accepted: 02-12-2025



0210-1238 © Los autores. 2025.
Editorial: INSPIRA NETWORK GROUP S.L.
Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC Reconocimiento 4.0 Internacional
(www.creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Corresponding author:

Ana M.^a Rayo Pérez
anarayo43@gmail.com

Introduction

the administration of local anesthesia is a fundamental procedure in multiple medical and surgical specialties, including podiatry, dermatology, and dentistry. However, anesthetic infiltration often causes pain and anxiety in patients, which has driven the development of strategies aimed at reducing discomfort and improving the overall clinical experience^{1, 2}. The perception of pain during injection depends on several factors, such as the infiltration technique used, needle gauge, volume and speed of administration, as well as the use of topical agents or adjuvant physical methods^{3, 4}.

Various approaches intended to mitigate pain associated with anesthetic infiltration have been described in the literature. Among them, local cooling or cold air has demonstrated efficacy in nail surgery by improving tolerance to the procedure⁵. Similarly, specific needle-insertion techniques—such as parallel puncture to the skin plane or minimal insertion—have been proposed to reduce pain perception¹. The choice of anesthetic agent is also relevant: the addition of epinephrine can prolong block duration and improve its effectiveness, although with interindividual variability⁶.

Pain sensitivity is not homogeneous and may vary depending on factors such as age or the patient's emotional state. It has been documented that pain perception tends to decrease with age, which may explain significant differences between age groups⁷. Furthermore, pre-procedural anxiety can exacerbate pain perception, highlighting the importance of implementing strategies that reduce both physical discomfort and psychological burden⁸.

In hallux surgery, specific digital nerve block techniques have been developed to optimize effectiveness and reduce discomfort during infiltration. The "V" technique has shown satisfactory results in procedures such as onychocryptosis⁹. In parallel, the application of topical anesthetics—such as 20% benzocaine—has demonstrated variable effectiveness in reducing pre-infiltration pain, with inconsistent results across studies^{10, 11}.

The persistence of pain associated with infiltrative anesthesia remains a relevant clinical challenge. For this reason, it is essential to continue investigating strategies that combine less invasive techniques, complementary physical and pharmacological methods, and individualized anesthetic approaches based on patient characteristics. Advances in these areas would not only improve the anesthetic experience but also enhance the safety, effectiveness, and overall satisfaction with the surgical procedure. The present study aims to evaluate the pain perceived during anesthetic infiltration in patients with onychocryptosis undergoing nail surgery using the phenol-alcohol technique, comparing different block techniques (H of Frost and modified H of Frost) and administration methods (conventional syringe or carpule). Additionally, we examined the possible influence of sex and the result of the Prick Test on pain intensity, measured through the Visual Analogue Scale (VAS).

Patients and methods

Design

We conducted a randomized, single-blind, factorial 2×2 clinical trial, following the Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT) guidelines.

Participants

Participants were randomly assigned using a computer-generated sequence into one of four experimental groups, ensuring homogeneity in terms of sex and age through block randomization (block size: 4). Allocation concealment was achieved using opaque, numbered, sealed envelopes prepared by an independent investigator.

The experimental groups were as follows: 1) H of Frost technique with conventional syringe; 2) H of Frost technique with carpule; 3) Modified H of Frost technique with conventional syringe; and 4) Modified H of Frost technique with carpule.

Each group consisted of 30 participants (n = 120). The study followed a single-blind scheme, such that patients were unaware of the infiltration technique assigned.

Recruitment took place at Clínica Rayo (Arahal, Seville, Spain) between January and December 2023/2024. Potential participants were informed about the study during their pre-surgical consultation and invited to participate voluntarily.

Eligibility criteria

Inclusion criteria were adults aged 18–40 years with unilateral onychocryptosis requiring digital surgery using the phenol-alcohol technique, who provided signed informed consent.

Exclusion criteria included allergy to local anesthetics, active infection at the surgical site, peripheral neurological or vascular disorders, pregnancy, or breastfeeding.

Study variables

The primary variable was pain intensity immediately after anesthetic infiltration, assessed using the 10-cm VAS (0 = "no pain," 10 = "unbearable pain").

The secondary variable was the response to the Prick Test at 5 minutes post-infiltration, consisting of a superficial puncture with a sterile needle to evaluate the presence or absence of pain sensitivity in the anesthetized area, serving as an objective measure of block effectiveness.

Demographic variables were also recorded: age, sex, and laterality of the operated foot.

The VAS was administered on paper, self-completed by the patient immediately after infiltration, following instructions to mark the perceived pain intensity during the injection.

Techniques and procedures

All procedures were performed by a single operator with more than 5 years of experience in podiatric surgery, under controlled environmental conditions: an average temperature of 20.4 °C, relative humidity of 55 %, uniform lighting, and ergonomic positioning of the patient with the foot resting on a padded support. Two infiltration methods (conventional syringe and carpule) were used, applied through two anesthetic techniques:

- H-Frost technique (Figure 1): 2 punctures are performed at 90° to the axis of the toe to block the digital nerves of the hallux. First, a puncture is performed at the lateral base of the toe, depositing an anesthetic wheal in the plantar region and

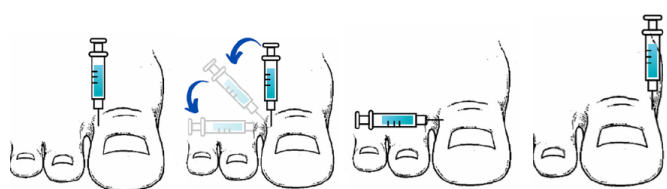


Figure 1. H-of-Frost Technique.

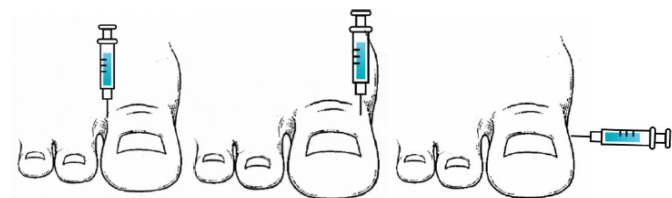


Figure 2. Modified H-of-Frost Technique.modificada.

creating an anesthetic track toward the dorsal area. Next, with the toe in slight dorsiflexion, the needle is inserted above the tendon of the extensor hallucis longus to infiltrate a second anesthetic wheal at its medial base. Finally, a second puncture is made at the medial base of the toe, depositing a plantar anesthetic wheal and completing the anesthetic track toward the dorsal region¹.

- Modified H-Frost technique (Figure 2): 3 punctures are performed at 90° to the axis of the toe. First, a puncture is performed at the lateral base of the toe, depositing an anesthetic wheal in the plantar region and creating an anesthetic track toward the dorsal area. Then, a 2nd puncture is performed at the medial base of the toe, depositing a plantar anesthetic wheal and completing the dorsal anesthetic track. Finally, a third puncture is carried out at the medial-plantar base of the toe, depositing an anesthetic track from plantar-lateral to plantar-medial¹².

A constant volume of 3.8 mL of 3 % mepivacaine without vasoconstrictor was administered in all infiltrations, using a 27 G needle measuring 40 × 25 mm to ensure procedural uniformity. This volume was obtained using two carpule-type vials per infiltration, since each carpule contained 1.6 mL of anesthetic solution.

Pain intensity was recorded immediately after the infiltration using the VAS (Visual Analog Scale), without the evaluator knowing which technique had been applied, ensuring partial blinding during data collection.

Sample size

The sample size was set at 120 patients (30 per group), calculated to detect a minimum difference of 1.5 points on the VAS, with a statistical power of 80 % and a significance level of 0.05, assuming a standard deviation of 2 points.

Statistical analysis

Continuous variables were described using mean ± standard deviation or median (interquartile range) depending on their distribution. Normality was checked with the Shapiro–Wilk test. For group comparisons, hypothesis tests using non-parametric methods (Kruskal–Wallis and Mann–Whitney U tests with Bonferroni correction) were applied; 95% confidence intervals and effect sizes (Rosenthal’s *r*) were calculated to assess the clinical relevance of observed differences. Additionally, a multivariate logistic regression analysis was performed to identify factors associated with post-infiltration pain. All analyses were conducted using SPSS v.25 (IBM Corp., Armonk, NY, USA), with statistical significance set at $p < 0.05$.

Results

A descriptive analysis of the variables included in the study (Table I) was performed to characterize the sample and establish the basis for inferential analyses.

Pain intensity after infiltration, measured using the VAS, showed a mean of 4.1, median of 4, and mode of 5, with a range from 1 to 7 and a standard deviation of 1.3.

In cases of insufficient blocks, the number of required anesthetic applications showed a mean of 1.1, median and mode of 1, with a range from 1 to 2 and a standard deviation of 0.3.

Results indicated that both variables were not normally distributed. For this reason, non-parametric tests were used in inferential analyses.

The Kruskal–Wallis test applied to VAS scores according to surgical technique (Table II) showed that the mean VAS score in patients treated with the H-Frost technique was 4.3, while those treated with the modified H-Frost technique had a mean of 3.8, with $p = 0.045$, indicating statistically significant differences in perceived pain.

Comparison of pain by sex (Table II), using the Mann–Whitney U test, showed a mean VAS of 4.2 in men and 3.9 in women, without statistical significance ($p = 0.32$).

Table I. Descriptive statistics of quantitative variables.

Variable	Mean	Median	Mode	Standard deviation	Minimum	Maximum
Age (years)	27.5	25	23	6.2	18	38
Post-infiltration VAS	4.1	4	5	1.3	1	7
Number of anesthetic applications	1.1	1	1	0.3	1	2

VAS: Visual Analogue Scale.

Table II. Comparison of VAS scores according to surgical technique, sex, infiltration method, and Prick Test result.

Variable	Mean VAS	p-value
Surgical technique		
H-Frost	4.3	0.045
Modified H-Frost	3.8	—
Sex		
Men	4.2	0.32
Women	3.9	—
Infiltration method		
Syringe	4.4	0.023
Carpule	3.7	—
Prick Test		
Negative	4.0	0.15
Positive	4.5	—

VAS: Visual Analogue Scale.

Comparison of VAS scores by infiltration method (Table II) showed that the mean VAS in the syringe group was 4.4, while in the carpule group it was 3.7, with $p = 0.023$, indicating statistically significant differences.

Regarding the Prick Test (Table II), the mean VAS score was 4.0 in patients with a negative test and 4.5 in patients with a positive test, with no statistical significance ($p = 0.15$).

Discussion

the pain experienced immediately after anesthetic infiltration is a key factor in determining patient tolerance to minor surgical procedures in podiatry. In the present study, various strategies aimed at reducing the discomfort associated with the administration of local anesthesia were analyzed, yielding results that partially coincide with previous literature and provide new evidence within the specific context of digital podiatric surgery.

The use of topical anesthetics has been the subject of numerous studies. De Freitas et al.¹⁰ demonstrated that 20% benzocaine was more effective than placebo in reducing pain during oral procedures, whereas Al-Melh and Andersson¹³ compared different topical agents and concluded that their effectiveness may be limited, particularly in areas of high mucosal sensitivity. Similarly, Serour et al.¹⁴ observed that the application of EMLA cream prior to a digital block did not significantly reduce pain during anesthetic injection. These findings suggest that although topical anesthetics may be useful in certain scenarios, their clinical impact is variable and depends on the type of procedure and the anatomical region treated.

In contrast, cooling agents have shown more consistent and easily applicable efficacy. Kosaraju and Vandewalle¹⁵ found that a refrigerant spray reduced pain more effectively than a topical gel, while Ricardo and Lipner⁵ demonstrated that air-cooling significantly improved tolerance during anesthetic infiltration in nail surgery. Consistently, Kose et al.¹⁶ reported a significant reduction in pain following the application of vapocoolants before digital nerve block.

The administration technique is another key factor in pain perception. Martires et al.¹⁷ showed that injecting lidocaine at a 90° angle, instead of 45°, significantly reduced discomfort experienced by patients. Oliveira et al.¹⁸ analyzed the use of needle-free jet injections and concluded that this modality generated less perceived pain than conventional techniques. Likewise, the application of local cold via ice has demonstrated clinical benefits, as documented by Hayward et al.¹⁹, who observed a significant reduction in pain during hallux digital blocks.

The results of the present study are consistent with available evidence, showing that modifying the infiltration technique and applying adjunctive measures can significantly reduce pain perception during infiltrative anesthesia in podiatric surgery. Nevertheless, although topical anesthetics have been widely studied, their effectiveness remains variable, highlighting the need to explore complementary strategies tailored to each clinical situation.

Therefore, future research should focus on identifying the optimal combination of these measures and incorporating the evaluation of other potentially influential factors in patient experience, such as pre-procedure anxiety, individual pain tolerance, and demographic or psychological variables. A multidimensional approach would allow the development of more effective, personalized protocols, helping to improve the anesthetic experience and patient well-being in podiatry.

This study presents several limitations that must be considered when interpreting the results. First, it is a clinical trial conducted at a single center, which may limit the generalizability of the findings to other clinical settings or populations with different sociodemographic or cultural characteristics. Second, although an adequate sample size was obtained to detect significant differences in pain perception, the participant age range (18–40 years) restricts applicability to other age groups, such as pediatric or older adult patients, who may exhibit different pain sensitivity and anesthetic response. Another relevant limitation is the single-blind design: patients were unaware of the assigned infiltration technique, but the investigator was not blinded, which could introduce bias in the administration of anesthesia or data collection. Additionally, psychological variables such as preoperative anxiety—known to influence pain perception—were not assessed, which may have affected the EVA scores obtained. Finally, follow-up was limited to immediate post-infiltration evaluation, without consideration of block duration or potential subsequent complications, restricting analysis of the overall effectiveness of the anesthetic techniques.

In conclusion, the results of this study show that both the infiltration technique and the method of administration significantly influence pain perception during digital anesthesia in patients with onychocryptosis. The modified H-of-Frost technique was associated with lower pain intensity compared to the original technique, and the use of a carpule improved tolerance compared with a conventional syringe. In contrast, no significant differences were observed based on sex or Prick Test outcome, indicating that improvements in patient experience depend primarily on the technical characteristics of the procedure. These findings support the need to optimize anesthetic strategies and suggest that combining the modified technique with carpule use may offer a clinically relevant benefit during anesthetic infiltration.

Ethical statement

The study was registered on ClinicalTrials.gov (NCT06352255) and approved by the Bioethics Research Committee of the Universidad de Málaga (Spain) (code 207-2023-H).

Conflict of interest

None.

Funding

None.

Authors' contributions

Study conception and design: RRM. Data collection: AMRP, RRM, RRR. Analysis and interpretation of results: JMCM. Draft creation, writing, and preparation of the initial manuscript: AMRP. Final review: RGP.

References

- Zelickson BR, Goldberg LH, Rubenzik MK, Wu WJ, Sinai M. Parallel, minimal needle-insertion technique for achieving a painless injection of local anesthetic. *J Am Acad Dermatol*. 2017;77(2):369-70. DOI: 10.1016/j.jaad.2017.03.007.
- Strazar AR, Leynes PG, Lalonde DH. Minimizing the pain of local anesthesia injection. *Plast Reconstr Surg*. 2013;132(3):675-84. DOI: 10.1097/PRS.0b013e31829ad1e2.
- Saenz McPherson J, Dixon SA, Townsend R, Vandewalle KS. Effect of needle design on pain from dental local anesthetic injections. *Anesth Prog*. 2015;62(1):2-7. DOI: 10.2344/0003-3006-62.1.2.
- Flanagan T, Wahl MJ, Schmitt MM, Wahl JA. Size doesn't matter: Needle gauge and injection pain. *Gen Dent*. 2007;55(3):216-7.
- Ricardo JW, Lipner SR. Air cooling for improved analgesia during local anesthetic infiltration for nail surgery. *J Am Acad Dermatol*. 2021;84(5):e231-2. DOI: 10.1016/j.jaad.2019.11.032.
- Dos Reis Júnior A, Quinto D. Digital block with or without the addition of epinephrine in the anesthetic solution. *Braz J Anesthesiol*. 2016;66(1):63-71. DOI: 10.1016/j.bjane.2013.12.004.
- Tumi H, Johnson M, Dantas P, Maynard MJ, Tashani OA. Age-related changes in pain sensitivity in healthy humans: A systematic review with meta-analysis. *Eur J Pain*. 2017;21(6):955-64. DOI: 10.1002/ejp.1011.
- Libonati A, Nardi R, Gallusi G, Angotti V, Caruso S, Coniglione F, et al. Pain and anxiety associated with Computer-Controlled Local Anaesthesia: Systematic review and meta-analysis of cross-over studies. *Eur J Paediatr Dent*. 2018;19(4):324-32.
- Sánchez Hernández S, Giralte de Veciana E. Anestesia del primer dedo del pie mediante técnica en V en el tratamiento quirúrgico de la onicocriptosis. *Actas Dermosifiliogr*. 2022;113(4):425-6. DOI: 10.1016/j.ad.2020.08.024.
- De Freiras GC, Pozzobon RT, Blaya DS, Moreira CH. Efficacy of benzocaine 20% topical anesthetic compared to placebo prior to administration of local anesthesia in the oral cavity: A randomized controlled trial. *Anesth Prog*. 2015;62(2):46-50. DOI: 10.2344/0003-3006-62.2.46.
- Noël B. Letter: Anesthesia for ingrowing toenail surgery. *Dermatol Surg*. 2010;36(8):1356-7. DOI: 10.1111/j.1524-4725.2010.01640.x.
- Rayo-Pérez AM, Rayo-Rosado R, Rayo-Martín R, Reina-Bueno M. Analysis of pain and effectiveness in digital block of the first toe using syringe vs. carpule: Frost's H vs. modified Frost's H randomized clinical trial. *J Clin Med*. 2024;13(14):4185. DOI: 10.3390/jcm13144185.
- Al-Melh MA, Andersson L. Comparison of topical anesthetics (EMLA/Oraquix vs. benzocaine) on pain experienced during palatal needle injection. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2007;103(5):e16. DOI: 10.1016/j.tripleo.2006.11.033.
- Serour F, Ben-Yehuda Y, Boaz M. EMLA cream prior to digital nerve block for ingrown nail surgery does not reduce pain at injection of anesthetic solution. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2002;46(2):203-6. DOI: 10.1034/j.1399-6576.2002.460215.x.
- Kosaraju A, Vandewalle KS. A comparison of a refrigerant and a topical anesthetic gel as preinjection anesthetics. *J Am Dent Assoc*. 2009;140(1):68-72. DOI: 10.14219/jada.archive.2009.0020.
- Kose O, Saylan S, Ediz N, Yigit S. Effects of topical alkane vapocoolant spray on pain intensity prior to digital nerve block for ingrown nail surgery. *Foot Ankle Spec*. 2010;3(2):73-5. DOI: 10.1177/1938640010363172.
- Martires KJ, Malbasa CL, Bordeaux JS. A randomized controlled crossover trial: Lidocaine injected at a 90-degree angle causes less pain than lidocaine injected at a 45-degree angle. *J Am Acad Dermatol*. 2011;65(6):1231-3. DOI: 10.1016/j.jaad.2011.04.011.
- Oliveira ACA, Amorim KS, Nascimento Júnior EM, Duarte ACB, Groppo FC, Takeshita WM, et al. Evaluación de las propiedades anestésicas y el dolor durante la anestesia con inyección a chorro sin aguja: un ensayo clínico aleatorizado. *Rev Ciênc Oral Aplic*. 2019;27:e20180195.
- Hayward SC, Landorf KB, Redmond AC. Ice reduces needle-stick pain associated with a digital nerve block of the hallux. *Foot*. 2006;16(3):145-8. DOI: 10.1016/j.foot.2006.04.001.