

Artículo original

doi: 10.35366/101855

Estudio experimental cadavérico para valorar el sistema de protección y guía de osteotomía (BARU) en cirugías de *hallux valgus* con técnica de Reverdin-Isham

Experimental cadaveric study assessing protection and osteotomy guide system (BARU) in hallux valgus surgery using Reverdin-Isham technic

Del Castillo J,* Russi M,† Filomeno P,§ Kenny-Pujadas JE,¶
Cabrera-Frola JA,|| Fischer A,|| Bongiovanni JC,** Amaya J‡‡

Universidad de la República, Uruguay.

RESUMEN. Introducción: El *hallux valgus* es una patología con alta prevalencia en la población. Técnicas de corrección quirúrgica han crecido en popularidad últimamente. Una de ellas es la de Reverdin-Isham (RI: osteotomía incompleta medial en primer metatarsiano), se desarrolló un dispositivo de protección y guía de corte para dicho procedimiento: el sistema BARU. **Objetivo:** Probar la utilidad del sistema BARU como factor protector de estructuras blandas adyacentes al sitio de abordaje y guía para osteotomía. **Material y métodos:** Estudio cadavérico; seis pies (dos frescos y cuatro formolados) sin abordajes previos. Tres con el sistema BARU y tres sin éste. Posteriormente disección por dos disectores con enmascaramiento simple ciego. Se evaluaron 13 estructuras en cada pie. Los datos fueron recabados con Microsoft Office Excel y procesados en SPSS. Se realizó test de χ^2 (valor $p < 0.05$ significativo) y se calculó el riesgo relativo. **Resultados:** El sistema BARU fue satisfactorio. Su colocación fue sencilla y el control radiológico mostró adecuada ubicación espacial. Ayudó como referencia

ABSTRACT. Introduction: *Hallux valgus* is a high frequency disorder, affecting the first ray. Operative correction techniques have grown popularity lately. One of them is the Reverdin-Isham technique (first metatarsal medial incomplete osteotomy). Recently, a protection and osteotomy cutting guide has been developed: the BARU system. **Objective:** To test the usefulness of the BARU system as a protective factor for soft structures adjacent to the surgical site and guidance for osteotomy. **Material and methods:** Experimental cadaveric study. Six cadaveric feet (two fresh-frozen and four in formaldehyde solution), unapproached. Feet were numbered and intervened with RI technique, three of them with BARU system and three without it. Afterwards, dissection by two dissectors who did not know whether the BARU system had been used or not, establishing a single-blinded model. 13 structures were evaluated in each foot. Data was recovered into Microsoft Office Excel and processed with SPSS. χ^2 test (significant if p value < 0.05) and relative risk were calculated. **Results:** Approach using

Nivel de evidencia: IV

* Profesor adjunto del Departamento de Anatomía, Universidad de la República, Uruguay.

† Sanatorio Americano, Uruguay.

§ Profesora adjunta de Clínica de Traumatología y Ortopedia, Universidad de la República, Uruguay.

¶ Ayudante del Departamento de Anatomía, Universidad de la República, Uruguay.

|| Residente de Anestesiología, Hospital Banco de Seguros del Estado, Uruguay.

** Hospital San Luiz y Einsten, San Pablo, Brasil.

‡‡ Clínica Arizu, Argentina.

Correspondencia:

Juan Enrique Kenny-Pujadas

Clemente Estable Núm. 3391, C.P. 11600

E-mail: jkennypuj@gmail.com

Recibido: 09-02-2021. Aceptado: 28-06-2021.

Citar como: Del Castillo J, Russi M, Filomeno P, Kenny-Pujadas JE, Cabrera-Frola JA, Fischer A, et al. Estudio experimental cadavérico para valorar el sistema de protección y guía de osteotomía (BARU) en cirugías de *hallux valgus* con técnica de Reverdin-Isham. Acta Ortop Mex. 2021; 35(2): 132-136. <https://dx.doi.org/10.35366/101855>



para la dirección y profundidad del corte. Se encontraron 65 de las 78 estructuras buscadas (83.3%). En las estructuras evaluadas hubo seis lesiones: nervio plantar medial (uno dañado), arteria plantar medial (uno dañado), músculo flexor corto (tres dañados), músculo abductor (uno dañado). Cinco de estas lesiones ocurrieron en pies donde no se utilizó el sistema BARU. **Conclusión:** Resultados prometedores en cuanto a protección de estructuras cercanas, guía de corte y facilidad para la intervención. Cálculos estadísticos no significativos, la muestra debería ampliarse.

Palabras clave: *Hallux valgus*, Reverdin-Isham, sistema BARU, estudio experimental anatómico.

BARU system was satisfactory, with usual-size operation-ports. BARU system colocation was simple and radiological control showed adequate spatial location. The device contributed as reference for cutting direction and depth. 65 out of the 78 searched structures were found (83.3%). Six injuries were found among the assessed structures: plantar medial nerve (one injury), plantar medial artery (one injury), flexor brevis muscle (three injuries), abductor muscle (one injury). Five of these injuries occurred in non-utilizing BARU system feet. **Conclusion:** Promising results in terms of protection of nearby structures, cutting guide, and ease of intervention. Avoids X-rays exposure. Not significant statistical calculations, the sample should be enlarged.

Keywords: *Hallux valgus*, Reverdin-Isham, BARU system, anatomical experimental study.

Introducción

El *hallux valgus* es una patología del antepié, en particular del primer rayo, que tiene una alta prevalencia en la población general.¹ Para ésta se han descrito numerosas intervenciones quirúrgicas en la literatura, muchas de ellas consisten en la osteotomía del primer metatarsiano.^{2,3}

Las técnicas percutáneas o mínimamente invasivas se han vuelto cada vez más populares en los últimos tiempos, hay controversias acerca de su utilidad en comparación con las técnicas convencionales. Estudios han revelado que las técnicas mínimamente invasivas pueden dar resultados comparables con las técnicas tradicionales e incluso mostrar menos morbilidad y tiempos más cortos de recuperación.^{4,5} Los principales argumentos en contra del uso de estas técnicas son la existencia de una curva de aprendizaje lenta de la técnica (implica dominar la fresa o *drill*, palpar los reparos óseos y generar una idea tridimensional de la dirección del corte) y la exposición a radiación por la necesidad de controles radiológicos durante el procedimiento.^{6,7}

Una de las técnicas mínimamente invasivas más utilizadas es la de Reverdin-Isham, que consiste en la realización de una osteotomía incompleta medial, en forma de cuña, próximo al extremo distal del primer metatarsiano.⁸ Este procedimiento se lleva a cabo sin elementos de protección de las partes blandas adyacentes y el resultado depende en gran medida de la experiencia y pulso del cirujano. Además, requiere de radiografías de control seriadas durante el procedimiento.

Recientemente se desarrolló en nuestro medio un dispositivo de protección y guía de corte para dicho procedimiento, denominado sistema BARU. Se trata de un dispositivo compuesto de tres sectores: 1) una punta de inserción y protección de desarrollo curvo que se introduce en el cuerpo del paciente, 2) un mango para el agarre y la manipulación del mismo y 3) un sector intermedio que une los previamente mencionados, que permite además fijar el dispositivo mediante agujas de Kirschner y que presenta una ranura opera-

dora para manipular a través de ella la herramienta de corte o desbaste, sirviendo de guía y referencia en su utilización (*Figura 1*). El dispositivo presenta una solicitud de patente en curso (número 38218), con fecha de prioridad de 2018 y se espera la publicación de la misma con fecha anterior al 7/11/2020.

La utilización de estudios anatómicos cadavéricos es muy frecuente a la hora de demostrar la seguridad de las distintas intervenciones quirúrgicas. En el campo de la cirugía mínimamente invasiva para la corrección del *hallux valgus* se han realizado varios estudios de este tipo para probar diferentes técnicas.^{9,10,11}

Objetivos. El presente trabajo busca probar la utilidad del sistema BARU como factor de protección de las estructuras blandas adyacentes al sitio de abordaje y guía para osteotomía durante la intervención mínimamente invasiva de corrección del *hallux valgus* mediante la técnica de Reverdin-Isham. Como objetivos específicos se enumeran los siguientes:

1. Demostrar que el dispositivo puede actuar por las mismas incisiones que en la actualidad utiliza la cirugía mínimamente invasiva (0.5 cm).
2. Valorar la colocación del dispositivo.
3. Evaluar que el uso de este dispositivo genere menor o igual daño que el estado actual de la técnica.
4. Valorar la utilidad del dispositivo como guía para la osteotomía.

Material y métodos

Se trata de un estudio experimental cadavérico.

Se utilizaron seis pies cadavéricos, siendo dos de éstos material fresco previamente congelado y los restantes cuatro previamente fijados y conservados en solución a base de formaldehído al 10%. Los pies eran procedentes de cadáveres adultos de ambos sexos. Ninguno de los pies utilizados presentaba abordajes previos o malformaciones

que condicionaran su uso. Los seis pies fueron numerados e intervenidos con la técnica de Reverdin-Isham. Para tres de ellos se usó el sistema BARU (dos formolados y uno fresco), mientras que los otros fueron intervenidos sin el sistema. Todas las intervenciones fueron realizadas por el mismo traumatólogo con experiencia en la técnica. Se realizó un control radiográfico posterior a la colocación del sistema BARU y otro control radiográfico posterior al procedimiento (Figura 2).

Después del procedimiento, los pies fueron disecados por dos disectores del Departamento de Anatomía de la

Facultad de Medicina de la Universidad de la República. Dichos disectores no fueron informados acerca de cuál pie había sido intervenido con el sistema BARU y cuál no, configurando una técnica de enmascaramiento simple ciego que disminuye el sesgo de información.

El abordaje utilizado fue una incisión longitudinal sobre el primer rayo del pie, extendida aproximadamente 3 cm proximal y distal del punto de abordaje para la osteotomía. Para cada pie disecado se registró el estado de 13 estructuras anatómicas a considerar: nervio dorsal lateral del *hallux* (NDL), nervio dorsal medial del *hallux* (NDM), arteria dorsal lateral del *hallux* (ADL), arteria dorsal medial del *hallux* (ADM), tendón del músculo extensor largo del *hallux* (MEL), tendón del músculo extensor corto del *hallux* (MEC), nervio plantar lateral del *hallux* (NPL), nervio plantar medial del *hallux* (NPM), arteria plantar lateral del *hallux* (APL), arteria plantar medial del *hallux* (APM), tendón del músculo flexor largo del *hallux* (MFL), músculo flexor corto del *hallux* (MFC) y músculo abductor del *hallux* (MAbd). Se consideró para cada uno de estos elementos tres estados posibles: no encontrada, indemne o dañada. Se consideró dañada toda estructura que se encontrara con una sección total o parcial, perforada, quemada o con cualquier otro tipo de alteración en su anatomía normal.

Procesamiento estadístico

El registro de los datos se efectuó en tablas de Microsoft Office Excel y el procesamiento estadístico posterior se hizo en SPSS 23.0. El análisis fue realizado por los investigadores que llevaron a cabo el procedimiento a modo de mantener el enmascaramiento simple ciego.

Se realizó el test de χ^2 para buscar asociación entre el daño de las estructuras y la utilización o no del sistema BARU. Se consideró significativo un valor $p < 0,05$.

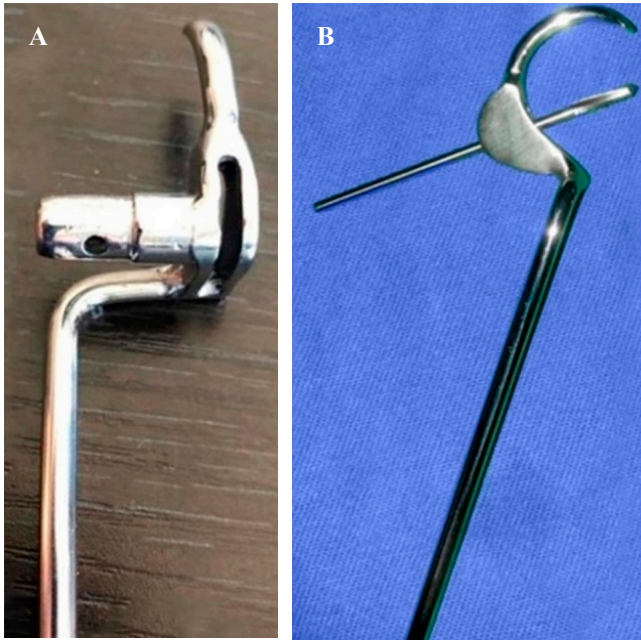


Figura 1: Se visualiza el sistema BARU. **A)** Dorso del dispositivo enfocado en su extremo distal, se aprecia la ranura operadora. **B)** Vista lateral del dispositivo, con fresa colocada en la ranura operadora.



Figura 2: Secuencia del procedimiento realizado con el sistema BARU. **A y B)** Colocación del dispositivo. **C)** Dispositivo en posición y fijado, con *drill* por ranura operadora. **D)** Control radiográfico.

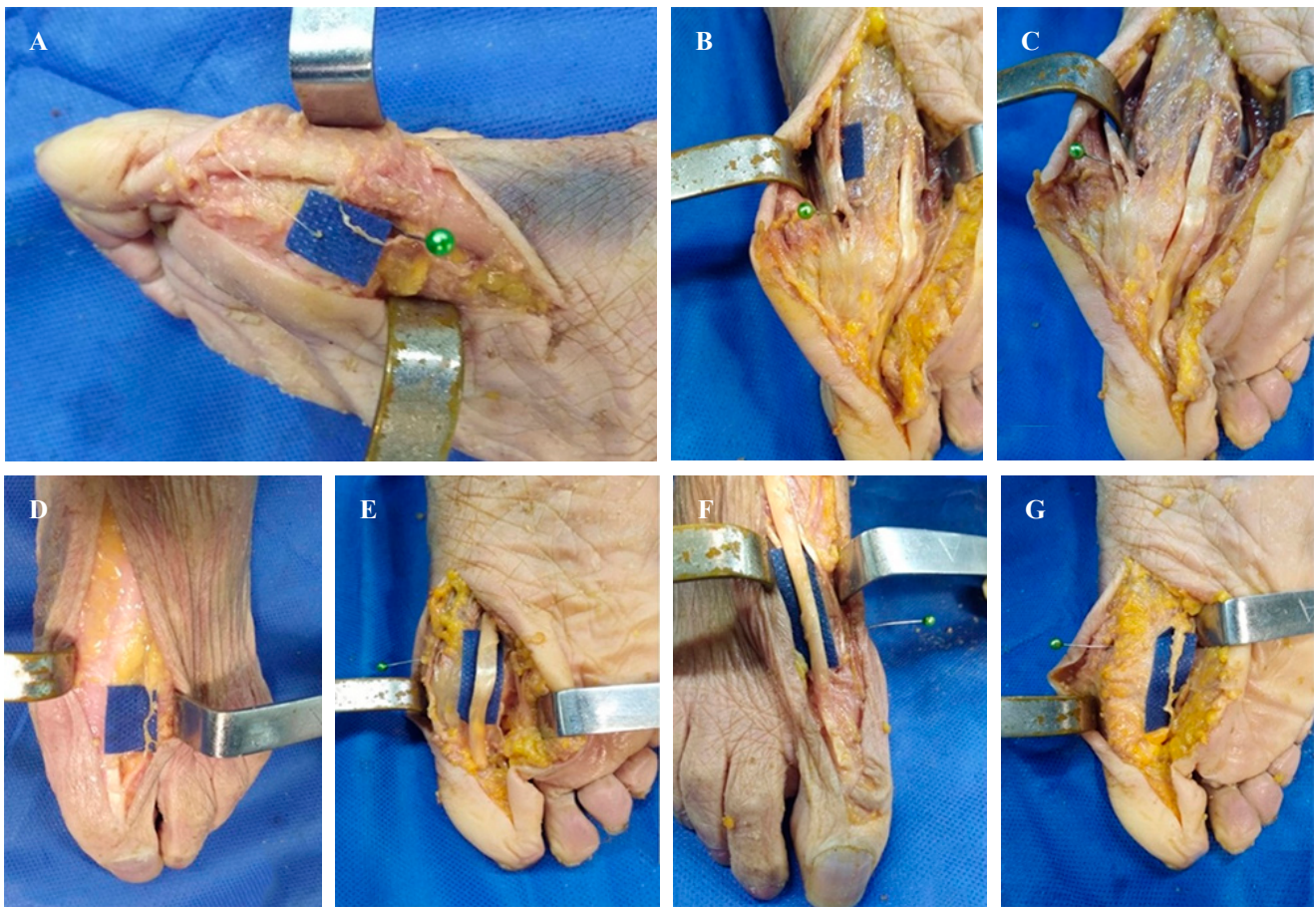


Figura 3: Estructuras evaluadas en un pie fresco. **A-C)** Se visualizan estructuras lesionadas: nervio plantar medial, músculo abductor y músculo flexor corto respectivamente. **D-G)** Estructuras que no presentaban lesión: nervio dorsal lateral, tendón del flexor largo, tendón del extensor largo y nervio plantar lateral respectivamente.

Se calculó el riesgo relativo (RR) para estas variables, con su respectivo intervalo de confianza de 95%. Para dichos cálculos estadísticos las estructuras no halladas fueron tomadas como valores perdidos y por tanto excluidas del total.

Resultados

El abordaje que utiliza el sistema BARU pudo realizarse en los tres pies correspondientes sin inconvenientes. Los portales empleados para colocar dicho dispositivo y llevar a cabo el procedimiento no fueron mayores que los habituales (menores de 0.5 cm). La colocación se realizó de forma sencilla y el control radiológico posterior a la misma confirmó su adecuada ubicación espacial. Al momento de usar la fresa, el sistema fue de utilidad como referencia para la dirección y profundidad del corte, predeterminando la zona de acción de la misma.

Se buscaron las 13 estructuras mencionadas en los seis pies (78 estructuras), hallándose 65 de ellas (83.3%). De las diferentes estructuras evaluadas (*Figura 3*) cuatro de ellas mostraron daño, sumando un total de seis lesiones. Éstas

fueron: NPM (uno dañado), APM (uno dañado), MFC (tres dañados), MAbd (uno dañado) (*Tabla 1*).

A la hora de contrastar los pies intervenidos con el sistema BARU con los que fueron intervenidos sin el mismo, encontramos una mayor cantidad de lesiones en el segundo grupo (cinco lesiones) en comparación con el primero (una lesión) (*Tabla 1*).

La búsqueda de asociación entre el daño a las estructuras y el uso del sistema BARU utilizando el test de χ^2 mostró un valor p de 0.07, no significativo. El riesgo relativo de lesión empleando el sistema BARU fue de 0.18 con un intervalo de confianza de 95% de [0.02;1.48].

Discusión

Hoy en día las osteotomías mínimamente invasivas con fresa o *drill* van aumentando su indicación, presentan como riesgo potencial la lesión de estructuras nobles o partes blandas circundantes al hueso, dependiendo de la destreza técnica del cirujano y de los rayos X para guiar el corte óseo.^{5,12} Algunas de estas técnicas pueden ser demandantes incluso para cirujanos con experiencia previa.¹¹ La forma-

ción de neuromas y síndrome doloroso complejo regional postquirúrgico se ha reportado en la literatura.^{7,9} La utilización de un dispositivo de protección y guía de corte para fresa o *drill* mínimamente invasivo podría mejorar de manera notable la morbilidad de estructuras cercanas al abordaje. Además, sirve como referencia para la realización del procedimiento, facilitando y acelerando la curva de aprendizaje en la técnica.

La relación entre la exposición a rayos X y las lesiones cutáneas ha sido ampliamente demostrada.¹³ Otra ventaja que aporta el sistema BARU es la posibilidad de realizar menor cantidad de radiografías durante el procedimiento disminuyendo la exposición a radiación ionizante de las manos del cirujano.

En nuestro estudio en material cadavérico se halló una menor cantidad de lesiones en el grupo que utilizó el sistema BARU. Si bien el RR calculado (RR = 0.18) apunta a que este sistema actúa como factor protector para la lesión de estructuras, el cálculo no mostró significancia estadística ni asociación en la prueba de χ^2 . Se debe continuar en esta línea de investigación, buscando ampliar el número de muestra, que es una debilidad a destacar del presente estudio.

En cuanto a las estructuras dañadas, destacamos que estudios similares han reportado la lesión del NDM como la más habitual o probable.^{9,11,14} En el presente trabajo, éste no se vio comprometido en ninguno de los seis pies, en cambio en uno de los pies el NPM se observó lesionado. La estructura que resultó con más lesiones en nuestro estudio fue el MFC, con un total de tres lesiones en los seis pies (una con el sistema BARU y dos sin el mismo).

Como visión a futuro, cabe mencionar que dispositivos similares pueden ser aplicables a técnicas mínimamente invasivas en otros sitios de la economía, adaptando el dispositivo de protección en forma y tamaño.

Tabla 1: Frecuencia absoluta del estado de las estructuras que resultaron lesionadas, comparando las intervenidas con el sistema BARU y las intervenidas sin el mismo.

	Sistema BARU		
	Sí	No	Total
Nervio plantar medial			
Intacto	2	1	3
Dañado	0	1	1
No encontrado	1	1	2
Arteria plantar medial			
Intacto	2	1	3
Dañado	0	1	1
No encontrado	1	1	2
Músculo flexor corto			
Intacto	2	0	2
Dañado	1	2	3
No encontrado	0	1	1
Músculo abductor			
Intacto	3	1	4
Dañado	0	1	1
No encontrado	0	1	1

Conclusión

Hubo resultados prometedores en cuanto a protección de estructuras cercanas, guía de corte y facilidad para la intervención. Cálculos estadísticos no significativos, la muestra debería ampliarse.

Referencias

- Coughlin MJ, Jones CP. *Hallux valgus*: Demographics, etiology, and radiographic assessment. *Foot Ankle Int*. 2007; 28(7): 759-77.
- Iselin LD, Klammer G, Espinoza N, Symeonidis PD, Iselin D, Stavrou P. Surgical management of *hallux valgus* and *hallux rigidus*: an email survey among Swiss orthopaedic surgeons regarding their current practice Orthopedics and biomechanics. *BMC Musculoskeletal Disord*. 2015; 16(1): 1-7.
- Bauer T, Biau D, Lortat-Jacob A, Hardy P. Percutaneous *hallux valgus* correction using the Reverdin-Isham osteotomy. *Orthop Traumatol Surg Res [Internet]*. 2010; 96(4): 407-16. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.otsr.2010.01.007>
- Maffulli N, Longo UG, Marinozzi A, Denaro V. *Hallux valgus*: effectiveness and safety of minimally invasive surgery. A systematic review. *Br Med Bull*. 2011; 97(1): 149-67.
- Radwan YA, Mansour AMR. Percutaneous distal metatarsal osteotomy versus distal chevron osteotomy for correction of mild-to-moderate *hallux valgus* deformity. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2012; 132(11): 1539-46.
- Trnka HJ, Krenn S, Schuh R. Minimally invasive *hallux valgus* surgery: a critical review of the evidence. *Int Orthop*. 2013; 37(9): 1731-5.
- Bauer T, de Lavigne C, Biau D, De Prado M, Isham S, Laffenêtre O. Percutaneous *hallux valgus* surgery: a prospective multicenter study of 189 cases. *Orthop Clin North Am*. 2009; 40(4): 505-14.
- Isham SA, Núñez OE. *The Reverdin-Isham procedure for the correction of hallux valgus*. In: Maffulli N, Easley M (ed.) Minimally invasive surgery of the foot and ankle. London Springer-Verlag. 2011, 97-108.
- Dhukaram V, Chapman AP, Upadhyay PK. Minimally invasive forefoot surgery: a cadaveric study. *Foot Ankle Int*. 2012; 33(12): 1139-44.
- Yañez AJM, del Vecchio JJ, Codesido M, Raimondi N. Minimally invasive Akin osteotomy and lateral release: Anatomical structures at risk: a cadaveric study. *Foot (Edinb)*. 2016; 27: 32-5.
- Kaipel M, Reissig L, Albrecht L, Quadlbauer S, Klikovics J, Weninger WJ. Risk of damaging anatomical structures during minimally invasive *hallux valgus* correction (Bosch technique): an anatomical study. *Foot Ankle Int*. 2018; 39(11): 1355-9.
- Malagelada F, Dalmau-Pastor M, Fargues B, Manzanares-Céspedes MC, Peña F, Vega J. Increasing the safety of minimally invasive *hallux valgus* surgery: an anatomical study introducing the clock method. *Foot Ankle Surg [Internet]*. 2018; 24(1): 40-4. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.fas.2016.11.004>
- Lim Y, Byun HJ, Park CS, Lee JH, Park JH, Lee JH, et al. Primary cutaneous carcinosarcoma developing after chronic C-arm radiation exposure. *JAAD Case Reports [Internet]*. 2018; 4(2): 126-8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jcdr.2017.07.024>
- Malagelada F, Sahirad C, Dalmau-Pastor M, Vega J, Bhumbra R, Manzanares-Céspedes MC, et al. Minimally invasive surgery for *hallux valgus*: a systematic review of current surgical techniques. *Int Orthop*. 2019; 43(3): 625-37.

Consideraciones éticas: Los cadáveres utilizados en este estudio fueron donados en vida a la Facultad de Medicina de la Universidad de la República para la enseñanza y la investigación en anatomía.

Conflicto de intereses: Los coautores Russi, Bongiovanni y Amaya poseen la licencia de la patente en curso para el sistema BARU.

Financiamiento: No se percibió financiamiento alguno para la realización del presente estudio.