

Trasplante articular vascularizado de dedo de pie a mano en paciente pediátrico. Caso clínico

Vascularized toe-to-hand joint transplantation in pediatric patient. Case report



Gagliano Canessa J.L.

Jorge L. GAGLIANO CANESSA*, Manuel F. SOLANO ÁLVAREZ**
Sara CÁRDENAS GUIO**

Resumen

Los traumatismos de la mano tienen alta frecuencia e impacto en la funcionalidad de quienes los padecen, por lo que su correcto abordaje inicial y la adecuada elección de las opciones reconstructivas requieren una atención especial.

Presentamos el caso de una paciente de 6 años de edad con lesión ósea y de la articulación interfalángica proximal en el segundo dedo de la mano derecha por proyectil de arma de fuego, reconstruida mediante trasplante articular vascularizado. Las ventajas fueron una buena funcionalidad articular, con rangos de movilidad aceptables y ausencia de dolor; crecimiento digital uniforme al preservar los núcleos de osificación, ausencia de reabsorción ósea o degeneración articular y secuelas de bajo impacto en el sitio donante.

Abstract

Hand injuries have a high frequency and impact on the functionality of those who suffer from them, so their correct initial approach and the appropriate choice of reconstructive options require special attention.

We present the case of a 6-year-old patient with bone and proximal interphalangeal joint injury of the second finger of the right hand due to a firearm projectile, reconstructed by vascularized joint transplantation. The advantages were obtaining good joint functionality, acceptable ranges of mobility and absence of pain; uniform digital growth due to preserved ossification nuclei; no bone resorption or joint degeneration, and low impact sequelae at the donor site.

Palabras clave Artroplastia, Sustitución dedos, Trasplante pie a mano, Traumatismo mano, Mano pediátrica.

Nivel de evidencia científica 4d Terapéutico
Recibido (esta versión) 30 junio / 2023
Aceptado 23 noviembre / 2023

Key words Arthroplasty, Finger replacement, Toe-to-hand transplantation, Hand trauma, Pediatric hand.

Level of evidence 4d Therapeutic
Received (this version) June 30 / 2023
Accepted November 23 / 2023

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún interés financiero relacionado con el contenido de este artículo.
Financiación: No hubo fuentes externas de financiación para este trabajo.

* Especialista en Cirugía Plástica.

** Médico General.

Servicio de Cirugía Plástica, Hospital Universitario San Rafael de Tunja, Boyacá, Colombia.



Introducción

La articulación interfalángica proximal (IFP) es una articulación bisagra bicondílea con un arco de movilidad normal de aproximadamente 110° que realiza la mayor contribución al arco total del movimiento digital. La pérdida del movimiento de esta articulación tiene un alto impacto no solo en el movimiento del dedo, sino también en la fuerza de prensión del mismo.⁽¹⁾ La compleja anatomía de las articulaciones de los dedos, hacen que esta no responda adecuadamente frente al trauma, desarrollando condiciones patológicas degenerativas; por esta razón es importante que los pacientes que experimentan traumas a nivel de la articulación IFP consulten oportunamente para evitar futuras limitaciones funcionales.⁽²⁾

En la actualidad existen pocas opciones reconstructivas, especialmente en los casos en los que hay destrucción articular asociada a pérdida ósea digital.⁽²⁾ Entre ellas encontramos la artrodesis, la artroplastia de interposición, el reemplazo articular protésico, los injertos osteocartilaginosos o el trasplante articular.⁽³⁾ Las transferencias articulares pueden ser microvasculares o de injerto articular no vascularizado.⁽³⁻⁶⁾ El trasplante articular vascularizado (TAV) está descrito en la literatura como un colgajo pediculado o como transferencia de tejido libre de los dedos de los pies a las manos.⁽³⁾

La primera transferencia articular vascularizada del dedo del pie a la mano en humanos fue realizada por Foucher en el año 1976.⁽⁴⁾ Esta técnica reconstructiva está descrita para pacientes con pérdida permanente de la función o de la articulación de algún dedo de la mano, ya sea como consecuencia de alguna alteración genética o posterior a un traumatismo.⁽⁵⁾

Estudios clínicos realizados recientemente han demostrado que el TAV tiene buenos resultados funcionales, especialmente en niños debido a la restauración permanente de la función articular y a su adaptación anatómica durante el crecimiento, a diferencia de los injertos óseos, que presentan resultados variables con la principal desventaja de desarrollar degeneración del cartílago articular, artrosis y fallo del crecimiento del cartílago epifisario en los pacientes jóvenes.⁽⁴⁻⁷⁾

Presentamos el caso clínico de una paciente pediátrica a quien se le realizó trasplante articular vascularizado de la articulación interfa-

lángica proximal del segundo dedo del pie a la articulación interfalángica proximal del segundo dedo de la mano debido a pérdida de la misma secundaria a traumatismo, obteniendo un buen resultado postoperatorio, con un rango articular adecuado, sin reabsorción ósea, degeneración articular ni alteración del crecimiento digital.

Caso clínico

Paciente femenina de 6 años de edad que acude al servicio de urgencias de nuestro hospital por trauma por proyectil de arma de fuego en segundo y tercer dedos de la mano derecha. En el segundo dedo presentaba herida en dorso y lesión del mecanismo extensor con pérdida de más del 50% de la falange proximal incluyendo epífisis distal con su respectiva superficie articular, y en tercer dedo fractura abierta diafisaria con pérdida ósea de la falange proximal (Fig. 1 A y B). Fue tratada por el Servicio de Ortopedia: el segundo dedo inicialmente con fijador externo y espaciador de cemento para mantener un adecuado espacio interfalángico y el tercer dedo con reducción de falange proximal con clavo de Kirschner (Fig. 2A).



Figura 1 A y B. Paciente femenina de 6 años con radiografía PA y oblicua de dedos de la mano derecha: pérdida de sustancia ósea mayor del 50 % del extremo distal de la falange proximal y conservación de carilla articular proximal de falange media del segundo dedo; fractura en tercio medio de falange proximal del tercer dedo; cuerpos extraños de densidad metálica en el segundo y tercer dedos.

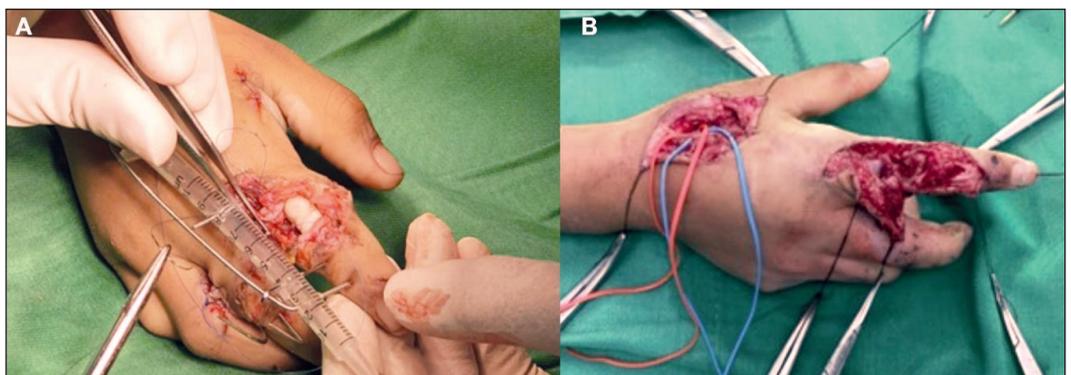


Figura 2A. Fijación externa con clavos de Kirschner en 3 puntos para mantener espacio de articulación interfalángica proximal y espaciador de cemento. B. En segundo tiempo quirúrgico, con *vessel loop*, se señala vena y arteria receptora de trasplante articular y en segundo dedo ausencia de más de la mitad distal de falange proximal; carilla articular proximal de la falange preservada.

Debido a la falta de autorización para cirugía por parte de la aseguradora médica, no fue posible programar la reconstrucción quirúrgica definitiva de forma temprana, por lo que la paciente reingresó a los 3 meses con extrusión del tutor, subluxación de la articulación interfalángica proximal y extrusión de material en cara palmar, motivo por el cual se interconsulta al Servicio de Cirugía Plástica y Microcirugía.

La paciente fue llevada a cirugía de urgencia donde se retiró el tutor e inventariaron los daños identificando: lesión de tendón extensor propio y común, ausencia de flexor superficial, pérdida mayor del 50% de la falange proximal con preservación de la carilla articular proximal de la falange media del segundo dedo de la mano derecha (Fig. 2B). Se realizó tenotomía longitudinal en falange media y diseño de colgajo *turn over* para reconstrucción de la bandeleta central. De acuerdo a los hallazgos descritos, se programó segundo tiempo quirúrgico para trasplante articular vascularizado del segundo dedo de pie a mano.

Técnica quirúrgica

Marcaje del pedículo vascular e isla cutánea en cara dorsal de segundo dedo del pie izquierdo, a nivel de falange proximal y media y dorso de pie (Fig. 3A). Bajo magnificación 4x identificamos y diseccionamos el paquete vasculonervioso digital medial distal a la isla cutánea, continuando la disección de vasos de forma proximal hacia dorso de pie e identificando vena safena interna y primera arteria metatarsiana dorsal. Posteriormente, ligamos vasos colaterales con hemoclip y llevamos a cabo hemostasia con electrocauterio bipolar.

Expusimos la falange proximal y la articulación interfalángica proximal, procedimos a hacer osteotomía proximal y disección con preservación en el colgajo de toda la cápsula articular, placa volar y ligamentos colaterales. La longitud del pedículo fue de aproximadamente 8 cm, obteniendo un colgajo quimérico que contenía los dos tercios distales de la falange proximal, sistema extensor y cápsula articular completa de la articulación IFP junto a la placa volar y ligamentos colaterales (Fig. 3B).

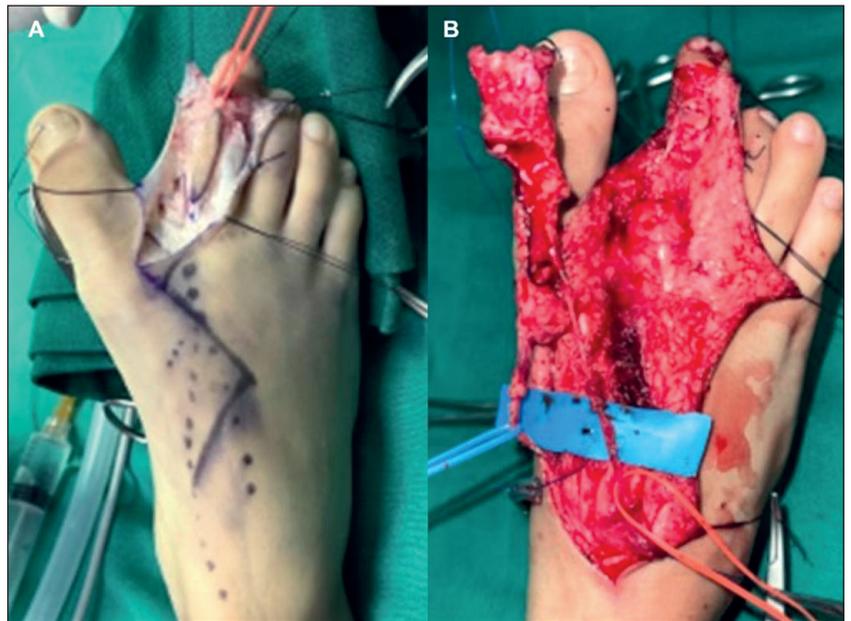


Figura 3A. Marcación de colgajos en línea continua para exposición de sistema venoso y arterial en dorso del pie e isla de piel en primer dedo. Marcación en línea punteada del trayecto de arteria pedía y vena safena interna. B. Sobre el hallux, colgajo quimérico osteocutáneo, falange proximal incluyendo cápsula articular, sistema extensor, placa volar, pedículo vascular con vessel loop azul identificando vena safena mayor y con vessel loop rojo identificando primera arteria metatarsiana dorsal. En el área donante carilla articular proximal de falange media, toda la falange media y distal.

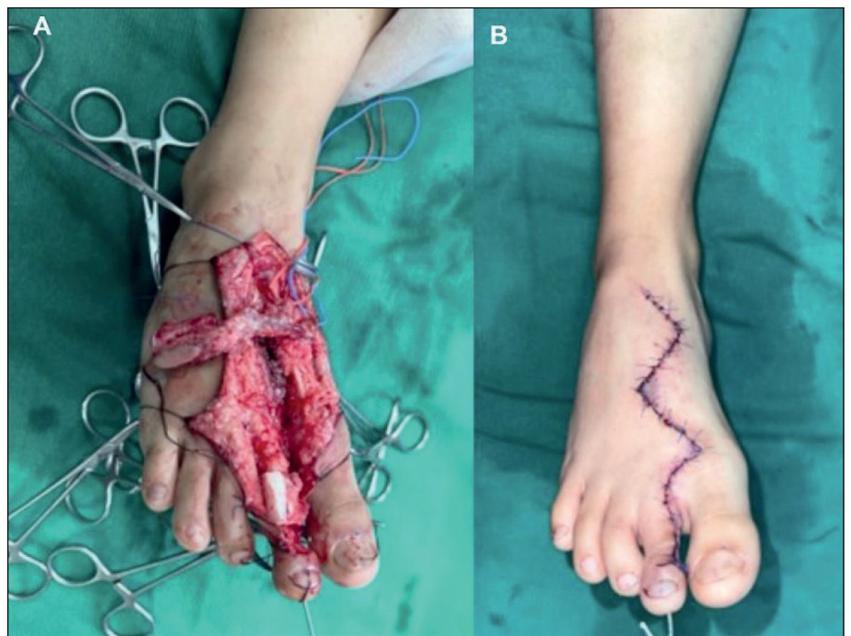


Figura 4A. En sitio donante del colgajo, injerto de cresta iliaca sustituyendo fragmento óseo resecado. B. Resultado final en sitio donante del colgajo articular con apropiada longitud de segundo dedo y cierre de abordaje en dorso de pie.

Seccionamos el pedículo y trasplantamos el colgajo osteocutáneo del segundo dedo del pie izquierdo al segundo dedo de la mano derecha; bajo magnificación 8x realizamos anastomosis término-terminal con mononylon 10.0 a vena cefálica y arteria radial a nivel de primer espacio interóseo. Previa osteotomía y remodelación de diáfisis de falange proximal del segundo dedo de la mano (dedo receptor), fijamos el autotrasplante con clavo de Kirschner endomedular retrógrado (Video 1).

Hicimos sutura de placa volar y ligamentos colaterales; a nivel distal procedimos a la reconstrucción y reparación de las bandeletas central y laterales, y a nivel proximal tenorrafia de extensor propio del índice

al extensor del segmento trasplantado. Reposición de los colgajos de piel, cierre parcial de herida en dorso de mano para prevenir congestión venosa y dejamos isla cutánea para monitoreo del colgajo (Video 1). Tomamos y remodelamos injerto óseo de cresta iliaca de 10 x 20 x 8 mm y posteriormente lo fijamos en sitio donante del colgajo con clavo de Kirschner (Fig. 4 A y B).

La paciente fue dada de alta con seguimiento ambulatorio, evidenciando mediante evaluación clínica y radiológica a los 6 meses de posoperatorio, adecuada consolidación del colgajo óseo a falange proximal y clinodactilia con desviación cubital del segundo dedo con déficit extensor, por lo que decidimos llevar a cabo un nuevo tiempo quirúrgico para corrección de la clinodactilia y tratamiento del tercer dedo que presentaba desviación radial secundaria a pseudoartrosis de falange proximal (Fig. 5A).

En un nuevo tiempo quirúrgico, a los 7 meses de postoperatorio, expusimos el sistema extensor del segundo dedo con disección subperióstica y osteotomía desrotacional en falange proximal, fijándola con placa de 4 ori-

ficios (Fig. 5B). Realizamos medialización de bandeletas laterales y plicatura de bandeleta central y corrección de clinodactilia mediante ligamentorrafia colateral radial de segundo dedo. En tercer dedo expusimos y retiramos foco de pseudoartrosis de falange proximal mediante osteotomía proximal y distal. Colocamos y fijamos con placa de 6 orificios el injerto óseo previamente obtenido de cresta iliaca izquierda, recuperando longitud y alineación (Fig. 5B).

La paciente fue dada de alta, con valoración ambulatoria al mes del último tiempo quirúrgico y evolución satisfactoria (Fig. 6), verificando la corrección de la clinodactilia en el segundo dedo y la integración del 100% del injerto de cresta iliaca en el tercer dedo (Video 2, Fig. 5B). Continuamos seguimiento ambulatorio durante 2 años con evidencia de crecimiento digital uniforme, arcos de movilidad conservados, función de agarre y pinza fina presentes (Video 3).

Discusión

Las amputaciones traumáticas de los dedos son lesiones serias que pueden generar daños físicos permanentes, secuelas psicológicas y alteraciones funcionales en quienes las padecen. Anualmente, casi un tercio de estas lesiones ocurren en menores de 18 años, siendo estos pacientes más susceptibles al desarrollo de complicaciones debido a su inmadurez ósea,⁽⁸⁾ ya que el daño generado puede comprometer el crecimiento digital cuando el segmento óseo afectado incluye la epífisis, específicamente la placa epifisiaria.⁽⁷⁾ En los traumatismos articulares en los dedos, los objetivos principales durante su reparación consisten en conservar una buena movilidad, estabilidad articular y ausencia de dolor.⁽⁹⁾

Existen diferentes alternativas para su reconstrucción y la elección va a depender de las características propias del paciente, su edad, su ocupación y la necesidad de recuperar una funcionalidad lo más similar posible a la previa al trauma. Las opciones reconstructivas abarcan técnicas como la artrodesis, cuyo objetivo primordial es asegurar la estabilidad permitiendo el agarre a costa de la pérdida de la movilidad; y técnicas en las que hay preservación del movimiento y mayor dificultad quirúrgica como son: la artroplastia fascial, la artro-

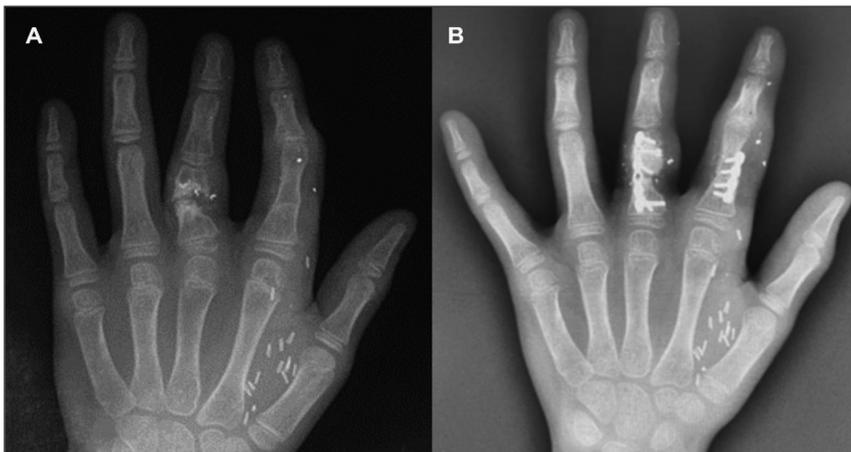


Figura 5A. Radiografía de mano a los 6 meses del TAV: consolidación entre colgajo óseo y falange proximal; desviación cubital de articulación IFP del segundo dedo y pseudoartrosis en falange proximal de tercer dedo con desviación radial del mismo. B. Resultado postoperatorio de corrección de clinodactilia y malrotación en segundo dedo y de pseudoartrosis de falange proximal del tercer dedo con injerto de cresta iliaca.



Figura 6. Control postoperatorio al primer mes de la corrección de clinodactilia del segundo dedo y de pseudoartrosis del tercer dedo: adecuada alineación digital, cicatrices quirúrgicas en buen estado.

plastia con implantes, el injerto osteocondral, el trasplante articular no vascularizado y el trasplante articular vascularizado por técnica microquirúrgica.^(3,8,10,11)

En el trasplante articular vascularizado los dedos del pie permiten mejorar la función de la mano proporcionalmente al déficit presente; en los casos de amputaciones multidigitales ayudan a conseguir una pinza simple o pinza trípode, mientras que en los casos menos graves permiten la restitución anatómica y funcional *ad-integrum*,⁽¹⁰⁾ siendo una opción reconstructiva eficaz para pacientes en quienes preservar la funcionalidad es un objetivo fundamental. Por tal razón, en nuestro caso optamos por realizar TAV de segundo dedo del pie a segundo dedo de mano, ya que consideramos que era la mejor opción al tratarse de una paciente pediátrica, pues pretendíamos recuperar un rango de movimiento lo más similar posible al que tenía antes del trauma, disminuir la posibilidad de reabsorción ósea, permitir un adecuado crecimiento digital y evitar la mayor cantidad posible de secuelas a largo plazo, como la artrosis y el dolor.^(7,12) Algunos autores han realizado seguimiento de casos pediátricos con TAV logrando evidenciar un crecimiento digital favorable.⁽⁷⁾

Así pues, al analizar las ventajas tanto a corto como a largo plazo encontradas en el presente caso, reconfirmamos lo anteriormente mencionado; la recuperación de los rangos de movilidad fue aceptable (extensión de 0 grados y flexión de 70 grados) teniendo en cuenta que los evaluamos a los 7 meses y a los 2 años del primer tiempo quirúrgico, por lo que es de esperar un mayor rango después de finalizar un plan de rehabilitación adecuado; la sensibilidad del dígito no se vio comprometida, el crecimiento digital es uniforme, hay adecuada estabilidad y ausencia de dolor articular tanto en reposo como en movimiento y como valor adicional logramos una buena cobertura de los tejidos blandos al incluir la isla de piel.

Un estudio realizado por Foucher y col.^(3,13) demostró que una de las principales ventajas de esta técnica reconstructiva venía dada por la preservación del suministro de sangre al cartílago articular, asegurando su supervivencia y evitando degeneración ósea a largo plazo. Las evaluaciones radiológicas en nuestra paciente evidenciaron nula reabsorción ósea, preservación de los núcleos de crecimiento y un correcto crecimiento digital. Dicho hallazgo también está descrito por autores como Ishida en una serie de casos de 19 pacientes pediátricos sometidos a TAV.⁽⁷⁾

Otras ventajas del TAV son la estabilidad lateral de la articulación con un rango útil de movimiento articular (menor a la fisiológica) y la posibilidad de transferir simultáneamente múltiples tejidos como hueso, tendón extensor, ligamentos y cápsula articular.⁽³⁾ Para obtener una máxima ganancia funcional se ha descrito el uso del

tendón extensor durante el trasplante, refinamiento quirúrgico que hemos usado también en nuestro caso.⁽³⁾

Es importante tener en cuenta las complicaciones que pueda desarrollar el paciente después del TAV, por lo que se debe hacer un seguimiento e identificación de las mismas para así poder darle un manejo oportuno. Entre ellas encontramos: trombosis y/o pérdida del colgajo (7%), no unión ósea, inflamación persistente del sitio donante o receptor, mala cicatrización, rigidez y malrotación (21%).^(14,15)

Diferentes estudios dentro de sus cohortes han reportado pocos casos con secuelas que incluso no influyen en la calidad de vida de los pacientes afectados. Nikkah y col. encontraron que la clinodactilia leve en la zona donante fue la única complicación postoperatoria dentro de su cohorte; se presentó en 12 de 19 paciente y no conllevó alteraciones funcionales o estéticas.⁽¹⁶⁾ Así mismo, en un estudio realizado por Huang y col., solo 2 de 27 pacientes presentaron complicaciones relacionadas con trombosis del colgajo que fueron corregidas exitosamente con reanastomosis arterial.⁽¹⁷⁾ Nuestra paciente presentó clinodactilia y malrotación digital que fueron identificados oportunamente durante los controles postoperatorios, siendo posible corregirlas en un segundo tiempo quirúrgico sin dejar ninguna secuela funcional.

Entre las demás opciones reconstructivas encontramos la artrodesis y el injerto articular no vascularizado. La primera técnica es de elección en pacientes en los que no se busca preservar el movimiento pero se pretende lograr una unión estable, fuerte y duradera; sin embargo, debido a que este procedimiento sacrifica la funcionalidad articular y el crecimiento epifisario, no es útil en pacientes pediátricos ya que en ellos estos dos elementos son fundamentales para un adecuado desarrollo.^(7,9) Por su parte, la segunda técnica tiene mayor riesgo de reabsorción ósea y de degeneración articular, así como menor tasa de supervivencia^(8,9) en comparación con el TAV; a pesar de esto se puede considerar en pacientes en los que no es posible realizar TAV. Trost y col., en una serie de casos, demuestran que una técnica quirúrgica no vascularizada simplificada asociada a una cuidadosa selección de pacientes pueden producir resultados aceptables,⁽¹¹⁾ aunque consideramos que debe reservarse solo para pacientes que están próximos a finalizar su crecimiento óseo o en adultos.

También descartamos el uso de prótesis y espaciadores dado que no son la mejor opción en casos en los que hay defecto de cobertura o algún grado de compromiso en el mecanismo extensor; así como la amputación, ya que a pesar de que la paciente tenía pérdida de parte de la falange proximal y compromiso de tejidos blandos, exis-

tían opciones que permitan una reconstrucción integral del dígito afectado preservando su movimiento articular y su capacidad para crecer, como el TAV.^(7,18)

Es también importante reducir la morbilidad del sitio donante. En nuestro caso restauramos la longitud del dedo del pie utilizando un injerto óseo de cresta iliaca; además conservamos la movilidad de la articulación IFP al mantener la carilla articular de la falange media, lo cual a largo plazo permitió una pseudoartrosis y una buena unión entre la porción proximal de la falange proximal y el injerto de cresta iliaca. En conclusión, los resultados obtenidos en el dígito donador fueron buenos, sin secuelas ni alteraciones funcionales durante su seguimiento.

Conclusiones

A propósito del caso presentado, consideramos que el trasplante articular vascularizado es la mejor opción reconstructiva para restaurar la función articular y la apariencia estética en pacientes pediátricos.

Los detalles quirúrgicos fundamentales desarrollados en nuestra paciente que permitieron el éxito fueron: TAV con inclusión de placa epifisaria y testigo cutáneo para garantizar un correcto crecimiento digital y el seguimiento de la vitalidad del trasplante respectivamente, inclusión del tendón extensor para la reparación del mecanismo extensor del dedo traumatizado, uso de pedículo largo para realizar anastomosis microquirúrgicas más seguras, evitar el cierre a tensión en el primer tiempo quirúrgico para disminuir el riesgo de congestión venosa, sustitución de la falange proximal en el sitio donante con injerto óseo de cresta iliaca y corrección de la clinodactilia mediante osteotomía rotacional.

Obtuvimos resultados favorables evaluados a 2 años de seguimiento, con rangos aceptables de movilidad articular, adecuada consolidación ósea y crecimiento digital, ausencia de reabsorción ósea, degeneración articular y dolor (principales ventajas del TAV). De igual manera, la zona donante no tuvo alteraciones funcionales ni estéticas significativas.

Dirección del autor

Dr. Jorge Leonardo Gagliano Canessa
Servicio de Cirugía Plástica
Hospital Universitario San Rafael de Tunja
Código Postal 150001
Tunja, Boyacá, Colombia
Correo electrónico: jleonardogaglianoca@gmail.com

videos de este artículo en: www.ciplaslatin.com

Bibliografía

1. **Katz RD, Higgins JP.** Microvascular Toe Joint for Proximal Interphalangeal Joint Replacement: Indications, Technique, and Outcomes. *Hand Clinics*. 2018;34(2):207-216.
2. **Lin Y-T, Loh CYY.** A Reversed Inset Toe PIPJ Vascularized Joint Transfer for Finger PIPJ Composite Defect Reconstruction. *Plast Reconstr Surg- GO* 2021;9(1):e3338.
3. **Balan JR.** Free Vascularized Joint Transfer from Toes for Finger Reconstruction in a 2-Year-Old Child with Good Functional Recovery. *J. of Hand and Microsurg*. 2023;15(2):152-155.
4. **Chen HY, Lin Y Te, Lo S, Hsu CC, Lin CH, Wei FC.** Vascularized toe proximal interphalangeal joint transfer in posttraumatic finger joint reconstruction: The effect of skin paddle design on extensor lag. *J. Plast Reconstr Aesth Surg* 2014;67(1):56-62.
5. **Smith PJ, Goodacre TEE.** Free vascularised toe joint transfer for reconstruction of the metacarpo-phalangeal joint. *J. Hand Surg*. 1990;15(2):262-267.
6. **Fariás Cisneros E, Vargas Zavala C, Arroyo Berezowsky C, Vega Anzures L.** Reconstrucción de articulación interfalángica proximal del meñique con injerto autólogo osteoarticular y tendinoso de dedo del pie *AnMed (Mex)* 2020; 65 (1): 72-78.
7. **Ishida O, Tsai TM.** Free vascularized whole joint transfer in children. *Microsurgery* 1991;12(03):196-206.
8. **Hostetler SG, Schwartz L, Shields BJ, Xiang H, Smith GA.** Characteristics of pediatric traumatic amputations treated in hospital emergency departments: United States, 1990-2002. *Pediatrics*. 2005;116(5):e667-74.
9. **Zappaterra T, Obert L, Pauchot J, Lepage D, Rochet S, Gallinet D, Tropet Y.** Post-traumatic reconstruction of digital joints by costal cartilage grafting: a preliminary prospective study. *ChirMain*. 2010;29(5):294-230.
10. **Del Piñal F, García-Bernal FJ, Thams C, Studer A, Regalado J.** Informe sobre el trasplante de 250 dedos del pie a la mano consecutivos. Indicaciones, resultados, fracasos y nuevas aplicaciones. *Rev Esp. Cir Ortop y Traumatol*. 2011;55(4):257-262
11. **Trost JG, Kaufman M, Netscher DT.** Nonvascularized Toe Joint Transfers to the Hand in Young Children: Technique Revisited. *Hand (N Y)*. 2022;17(4):676-683.
12. **Cueto-Ramos RG, Espinoza-Morquecho O, García-García E, Rodríguez-Martínez A, González-Martínez A, García-Pérez M.** Transferencia articular vascularizada: Reporte de caso. *Rev Col Ortop y Traumatol*. 2019;33(1-2):45-49.
13. **Foucher G, Sammut D, Citron N.** Free vascularized toe-joint transfer in hand reconstruction: a series of 25 patients. *J Reconstr Microsurg* 1990;6(03):201-207.
14. **Katz RD, Higgins JP.** Microvascular Toe Joint for Proximal Interphalangeal Joint Replacement: Indications, Technique, and Outcomes. *Hand Clinics*. 2018;34(2):207-216.
15. **Tsubokawa N, Yoshizu T, Maki Y.** Long-term results of free vascularized second toe joint transfers to finger proximal interphalangeal joints. *J. Hand Surg*. 2003(28):443-447.
16. **Nikkhah D, Martin N, Pickford M.** Paediatric toe-to-hand transfer: An assessment of outcomes from a single unit. *J. Hand Surg. European Volume*. 2016;41(3):281-294
17. **Huang D, Wang HG, Wu WZ, Zhang HR, Lin H.** Functional and aesthetic results of immediate reconstruction of traumatic thumb defects by toe-to-thumb transplantation. *Internat Orthop*. 2011;35(4):543-547
18. **Dautel G.** Vascularized toe joint transfers to the hand for PIP or MCP reconstruction. *Hand Surg and Rehabil* 2018;37(6):329-336.