

Pseudoartrosis diafisaria de cúbito y radio con minifijador externo modelo RALCA® e injerto óseo homólogo

Diaphyseal Pseudoarthrosis of the Ulna and Radius Treated with the RALCA® Model External Minifixator and Homologous Bone Graft

Ricardo Jesús Tarragona Reinoso^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-4559-2567>

Frank Izquierdo Rodríguez² <https://orcid.org/0000-0001-5782-4201>

Juan Alberto González Ruiz¹ <https://orcid.org/0000-0003-4975-9117>

Lina Aurora Chao Carrasco¹ <https://orcid.org/0000-0002-6466-8910>

Miguel Ángel Rodríguez Angulo¹ <https://orcid.org/0000-0002-5889-8242>

Tiemure Wu¹ <https://orcid.org/0000-0003-3483-6888>

¹Complejo Científico Ortopédico Internacional Frank País. La Habana, Cuba.

²Hospital Pediátrico Juan Manuel Márquez, La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia: ritarr@infomed.sld.cu

RESUMEN

Introducción: Las pseudoartrosis diafisarias de cúbito y radio constituyen un desafío terapéutico para el cirujano ortopédico, a causa de la dificultad para lograr y mantener la reducción de dos huesos paralelos en presencia de músculos pronadores y supinadores que ejercen influencias angulares y rotacionales.

Objetivo: Evaluar la eficacia de la aplicación del minifijador externo combinado con el injerto óseo homólogo en esta afección.

Métodos: Se realizó un estudio longitudinal, retrospectivo de corte transversal en 74 pacientes operados de pseudoartrosis diafisaria de cúbito y radio desde enero de 2000 hasta diciembre de 2014, en el Complejo Científico Ortopédico Internacional Frank País, en los que se utilizó el modelo de minifijación externa RALCA® e injerto óseo homólogo del Banco de Tejidos ORTOP.

Resultados: La pseudoartrosis fue más frecuente en hombres (73 %) y en las edades comprendidas entre 30 y 39 años. La localización más frecuente fue en el cúbito, en su tercio superior (52 %). La mayoría de los pacientes presentaron una pseudoartrosis no viable (56 %). Se consolidó en 66 % de los pacientes antes de las 18 semanas y en solo uno no se obtuvo la consolidación. El hueso que menos tiempo requirió para consolidar fue el radio. En la evaluación de la eficacia de la técnica quirúrgica se obtuvo 62 % de resultados buenos, 33 % regulares y 5 % malos.

Conclusiones: La asociación de la minifijación externa modelo RALCA® e injerto óseo homólogo de banco mostró buenos resultados en el tratamiento de la pseudoartrosis de cúbito y radio.

Palabras clave: pseudoartrosis; antebrazo; fijador externo; injerto óseo homólogo.

ABSTRACT

Introduction: Diaphyseal pseudoarthroses of the ulna and radius constitute a therapeutic challenge for the orthopedic surgeon, due to the difficulty to achieve and maintain the reduction of two parallel bones in the presence of pronator and supinator muscles that exert angular and rotational influences.

Objective: To evaluate the effectiveness of using external minifixator combined with homologous bone graft in the treatment of this condition.

Method: A longitudinal, retrospective and cross-sectional study was carried out with 74 patients operated on, from January 2000 to December 2014, for diaphyseal pseudoarthrosis of the ulna or radius at Frank País International

Orthopedic Scientific Complex, cases in which RALCA® external minifixation and homologous bone graft from the ORTOP Tissue Bank were used.

Results: Pseudoarthrosis was more frequent in men (73%) and at ages 30-39 years. The most frequent location was the ulna, in its upper third (52%). Most of the patients had nonviable pseudoarthrosis (56%). The condition was consolidated in 66% of the patients within 18 weeks, and only one did not achieve consolidation. The bone that took the least time to heal was the radius. In the evaluation of the effectiveness of the surgical technique, 62% obtained good outcomes; 33%, fair outcomes; and 5%, poor outcomes.

Conclusions: The association of the RALCA® model miniexternal fixation and homologous bone graft from the Bank showed good outcomes in the treatment of ulna and radius pseudoarthrosis.

Keywords: pseudoarthrosis; forearm; external fixator; homologous bone graft.

Recibido: 25/9/2020

Aprobado: 30/10/2020

Introducción

Las pseudoartrosis diafisarias de cúbito y radio ocurren con alguna frecuencia a causa de la dificultad para lograr y mantener la reducción de dos huesos paralelos en presencia de músculos pronadores y supinadores que ejercen influencias angulares y rotacionales.⁽¹⁾ Esta complicación es un desafío terapéutico para el cirujano ortopédico y los resultados reportados en la literatura no alcanzan aún una solución universal definitiva, por lo que constituye un problema médico vigente.⁽²⁾

Han sido muy diversos los métodos empleados en el tratamiento de la pseudoartrosis, pero todos básicamente deben resolver dos problemáticas: estabilidad ósea y estímulo de la osteogénesis.⁽³⁾ La primera problemática se resuelve mediante una osteosíntesis estable, mientras que en la solución de la segunda se ha utilizado con mayor frecuencia los injertos óseos, los biomateriales y la estimulación eléctrica, con resultados variables.^(2,3,4)

En el Complejo Científico Ortopédico Internacional (CCOI) "Frank País", por más de 30 años, se ha empleado con excelentes resultados el sistema de fijación externa del profesor Rodrigo Álvarez Cambras® en el tratamiento de lesiones diafisarias de las extremidades, por lo que existe experiencia en el manejo de este tipo de osteosíntesis.⁽⁵⁾ Lo que unido al injerto óseo homólogo, proporcionado por el Banco de Tejidos ORTOP, como complemento para lograr un estímulo osteogénico que facilite la consolidación ósea, indujo desde hace varios años a la aplicación de osteosíntesis externa con el minifijador RALCA® en combinación con el injerto óseo homólogo en el tratamiento de la pseudoartrosis de cúbito y radio. De esta forma han sido tratados un número importante de pacientes, pero a pesar de ello no existen referencias documentadas que reproduzcan los resultados de este trabajo. El objetivo de nuestro trabajo es evaluar la eficacia de la combinación del minifijador externo y el injerto de hueso homólogo en la pseudoartrosis diafisaria de cúbito y radio.

Método

Se realizó un estudio longitudinal, retrospectivo, de corte transversal con un grupo de casos operados de pseudoartrosis de cúbito y radio en el Complejo Científico Ortopédico Internacional "Frank País", en el periodo del 01 enero del 2000 al 31 de diciembre del 2014.

El universo estuvo constituido de un total de 112 pacientes. De este quedaron 74 debido a los criterios de inclusión y exclusión del estudio. Los datos fueron tomados de la planilla de recolección de datos elaborada para el estudio.

Criterios de inclusión

- Pacientes de ambos sexos con edad mayor de 18 años.
- Diagnóstico preoperatorio de pseudoartrosis diafisaria de cúbito y radio en los cuales se utilizó como parte del tratamiento quirúrgico el minifijador externo modelo RALCA® e injerto óseo homólogo.
- Cumplimiento con la técnica quirúrgica propuesta.

Criterios de exclusión

- Pacientes con menos de 18 años de edad.
- Localización de la pseudoartrosis en zonas metafiso-epifisarias de los huesos radio y cúbito.
- Pseudoartrosis con defecto óseo sin contacto que requirieron otros métodos de tratamiento como injerto vascularizado o transportación ósea.
- Pseudoartrosis sépticas.
- Pseudoartrosis congénitas.
- Historias clínicas incompletas.

Descripción de la técnica

Pacientes en decúbito supino colocado en mesa de mano y tomado todas las medidas pre-operatorias de asepsias y antisepsia, anestesia general, isquemia del miembro afecto, se abordó el foco de pseudoartrosis retirando todas las fibrosis que se interpuso entre los extremos óseos, y se procedió a la recanalización de ambos extremos hasta lograr su permeabilidad. Posteriormente se realizó decorticación de los extremos pseudoartrósicos, colocación del injerto óseo homólogo y finalmente se realizó la reducción de la pseudoartrosis y colocación de mini fijador externo modelo RALCA®, se cerró por planos y para terminar se aplicó compresión al foco de pseudoartrosis de ser necesaria.

El seguimiento de estos pacientes se llevó a cabo mensualmente con radiografías de control, desde el posoperatorio inmediato, se comenzó la rehabilitación con ejercicios respiratorios, ejercicios movilizadores del codo, muñeca y dedos de la mano.

Durante el seguimiento se realizó la compresión y una vez lograda la consolidación ósea se procedió a retirar el minifijador externo modelo RALCA®.

Modo de colocación de los injertos

Constituyó un principio fundamental al colocar el injerto, la máxima precaución de realizar el daño mínimo del periostio y conservar en la medida en que fuera posibles las inserciones musculares mediante las cuales se facilitaría la nutrición del hueso y la revascularización del propio injerto.

En todos los pacientes se utilizó injerto de hueso homólogo del Banco de Tejidos ORTOP perteneciente al Complejo Científico Ortopédico Internacional "Frank País", que pueden ser de 3 tipos: cortical, corticoesponjoso y esponjoso, en forma de granalla de diferentes calibres entre 3 y 6 mm.

El contacto entre los fragmentos óseos presentó variaciones que condicionan diversos procedimientos. Cuando se encontró en contacto, se realizó entre los extremos óseos, el injerto por aposición que utiliza preferentemente injerto corticoesponjoso y se sitúa en cada fragmento en regiones que queden cubiertas por músculo, nunca debieron estar expuestos ni unidos al tejido celular subcutáneo ni a la piel. De existir un periostio íntegro o residual, preferentemente se colocaron de forma subperióstica para ayudar la estimulación de la osteogénesis a partir del periostio.

Como práctica habitual, a los injertos corticoesponjosos o corticales por aposición se les realizaron perforaciones con barrenas de 3 mm a una distancia de 1 cm entre ellas para permitir el paso de los vasos de neoformación. Alrededor del foco pseudoartrosico se colocaron fragmentos de granalla ósea que se comprimen sobre el hueso para que el músculo y el periostio actúen como sostén del injerto sin la utilización de material de sujeción del injerto, el cual debe ser colocado a distancia del foco pseudoartrosico.

Cuando existió contacto óseo parcial, pero en la zona de la pseudoartrosis faltaba algún fragmento, se procedió como en el caso anterior, pero se rellenó el defecto con granalla ósea y se utilizó impactadores diseñados para estos casos.

Cuando no hubo contacto en los bordes, pero el defecto fue pequeño se rellenó a presión con granalla y se colocaron los injertos corticoesponjosos de sostén que incluyeron todo el defecto, excepto en las zonas que quedaron cercanas a la piel.

Como medida general no debió colocarse el injerto en la cara externa del radio y la medial del cúbito, así como en el espacio interóseo, para no afectar la pronosupinación y en consecuencia, la función de la mano.

Seguimiento

Se siguió la evolución de los pacientes en la sala hasta el alta hospitalaria y se tomaron las medidas que fueron necesarias. Se retiraron las suturas de piel a los 15 días. Por consulta externa se siguieron mensualmente hasta la consolidación ósea de forma clínica y radiográfica, y trimestralmente hasta el año de la intervención quirúrgica.

La consolidación ósea se evaluó por la mejoría clínica y cuando los controles radiográficos mostraron la presencia de callo óseo en remodelación de al menos tres corticales en el foco de la pseudoartrosis,⁽⁶⁾ sabiendo que en cualquier caso la validez de los criterios empleados para definir la consolidación radiográfica no está determinada y no existen escalas validadas que nos permitan graduar la consolidación ósea desde el punto de vista radiográfico, por lo que se tomó en cuenta que no hubo consolidación si no se observó ninguno de los siguientes signos:

- Corticalización del hueso tratado.
- Trabeculado normal.
- Recanalización medular.
- Reabsorción de los callos exuberantes con su remodelación.

Se empleó la clasificación del Profesor Dr. Sc. Rodrigo Álvarez Cambras para el tratamiento con fijación externa de las pseudoartrosis.⁽⁷⁾

El tiempo de consolidación se analizó en cada hueso tratado y no de forma general, ya que cada uno de los huesos presenta diferentes tiempos de

consolidación aún en estado normal.⁽⁸⁾ Se dividió según el tiempo transcurrido entre la operación y el tiempo de consolidación confirmado por imagenología en:

- Menos de 18 semanas.
- De 18 a 32 semanas.
- Más de 32 semanas.
- No consolidación.

La función de la extremidad afectada se evaluó, según el método de Anderson LD y otros⁽⁹⁾ en:

Buena: Cuando puede realizar sus actividades diarias de la vida sin limitación y la pérdida de la pronación-supinación no más de 25 grados.

Aceptable: Cuando puede realizar sus actividades diarias de la vida con ligera limitación y una pérdida de la pronación-supinación no más de 50 grados.

Mala: Cuando no puede realizar sus actividades diarias de la vida y pérdida de la pronación-supinación de más de 50 grados.

Se consideró como curados a aquellos pacientes que presentaron consolidación de la pseudoartrosis, así como una función buena o aceptable de la extremidad y como no curados aquellos que no habían consolidado y presentaron una mala función.

Resultados

Las edades más frecuentes de aparición de la pseudoartrosis diafisarias del radio y el cúbito fueron las del segundo grupo, edades comprendido entre los 30 y 39 años, con un total de 32 pacientes lo que representa el 43,0 % de todos los casos. Las edades que con menor frecuencia resultaron afectadas fueron las de ≥ 60 años correspondientes con último grupo. El sexo masculino predominó sobre el femenino en el estudio, con 73,0 % y 27,0 % respectivamente (tabla 1).

Tabla 1 - Comportamiento según edad y sexo

Grupo de edades	Femenino		Masculino			
	No.	%	No.	%	Total	%
I (16 - 29)	3	15	11	20	14	19
II (30 - 39)	8	40	24	44	32	43
III (40 - 59)	9	45	17	31	26	35
IV (> 60)	0	0	2	4	2	3
Total	20	27	54	73	74	100

El hueso del antebrazo más afectado con pseudoartrosis fue el cúbito en 46 pacientes (53,0 %), seguido del radio con 29 pacientes (34,0 %), además ambos huesos coincidieron en 11 pacientes (13,0 %) (tabla 2).

Tabla 2 - Tipo de pseudoartrosis del grupo tratado con la minifijación externa modelo RALCA® e injerto óseo homólogo

Tipo de pseudoartrosis	Radio		Cúbito		Total	
	No. de pacientes	%	No. de pacientes	%	No. de pacientes	%
No sépticas viables con contacto, con alineación o no de los fragmentos, reductibles por métodos cerrados.	0	0	0	0	0	0
No sépticas viables con contacto, con mala alineación de fragmentos, irreductibles por métodos cerrados.	9	30	15	34	24	32
No sépticas viables con pérdida de fragmento óseo.	3	10	6	14	9	12
No sépticas no viables	18	60	23	52	41	56
Total	30	41	30	59	74	100

El tipo de pseudoartrosis según la clasificación del Profesor Dr. C. Rodrigo Álvarez Cambras para el tratamiento con fijación externa que predominó en el grupo de pacientes estudiados fue el de las no sépticas, no viables con un total de 41 casos (56,0 %), no se recogió ningún paciente operado por pseudoartrosis no sépticas viables con contacto, con alineación o no de los fragmentos, reductibles por métodos cerrados. Además, encontramos que el hueso más representativo en las no sépticas, no viables fue el cúbito con 23 casos para un 52,0 % (tabla 2).

La localización del tercio afectado que predominó fue la del tercio medio, con un total 46 pacientes lo que representó el 53,0 % de los casos, seguido del tercio inferior con 26 pacientes (30,0 %) y el menos frecuente fue el tercio superior con 24 pacientes (28,0 %) (tabla 3).

Tabla 3 - Localización de la pseudoartrosis

Hueso	Tercio superior		Tercio medio		Tercio inferior		Total	
	No. de pacientes	%						
Cúbito	19	79	14	30	13	50	46	53
Radio	4	17	24	52	11	42	29	34
Ambos	1	4	8	17	2	8	11	13
Total	24	28	46	53	26	30	86	100

Tanto en el radio como en el cúbito, el tiempo más frecuente de consolidación fue antes de las 18 semanas con 26 y 22 pacientes respectivamente. El cúbito fue el que más casos aportó entre las 18 y 32 semanas con 19 pacientes (44,0 %) y, además, aportó el único caso en que la consolidación tardó más de 32 semanas (tabla 4).

Tabla 4 - Tiempo de consolidación

Hueso	< 18 semanas		18 a 32 semanas		> 32 semanas		Total
	No. de pacientes	%	No. de pacientes	%	No. de pacientes	%	
Cúbito	22	51	19	44	1	100	43
Radio	26	84	5	16	0	0	31
Total	48	66	24	33	1	1	74

Se obtuvo como resultado un total de 56 pacientes con una función de *Buena*, lo que representó un 76,0 %, solo se encontró 2 pacientes del total de la muestra con una función de la extremidad mala, que constituye solo un 3,0 %.

La complicación más frecuente fue la infección superficial de los alambres que se presentó en 5 pacientes (45,0 %), seguida de la infección superficial de la herida y la deformidad residual no invalidante con 2 pacientes en ambos casos para un 18,0 % respectivamente (tabla 5).

Tabla 5 - Complicaciones de las pseudoartrosis

Tipo	Radio		Cúbito		Total	
	No. de pacientes	%	No. de pacientes	%	No. de pacientes	%
Infección superficial de los alambres	4	57	1	25	5	45
Infección superficial de la herida	1	14	1	25	2	18
Deformidad residual invalidante	1	14	0	0	1	9
Deformidad residual no invalidante	1	14	1	25	2	18
Fallo de la fijación externa	0	0	1	25	1	9
Total	7	64	4	36	11	100

Del total de pacientes de la muestra a evaluar se encontró con criterios de curación como curados el 96,0 %, en representación de 71 pacientes, y solo el 4,0 % para los no curados en correspondencia a 3 pacientes.

Como resultados finales se obtuvo 62,0 % de buenos resultados, 33,0 % de regulares y 5,0 % de malos en el grupo de estudio, a partir de la figura 1 mostramos la evolución del paciente a través de las figuras 2, 3 y 4 hasta su curación definitiva en la figura 5.

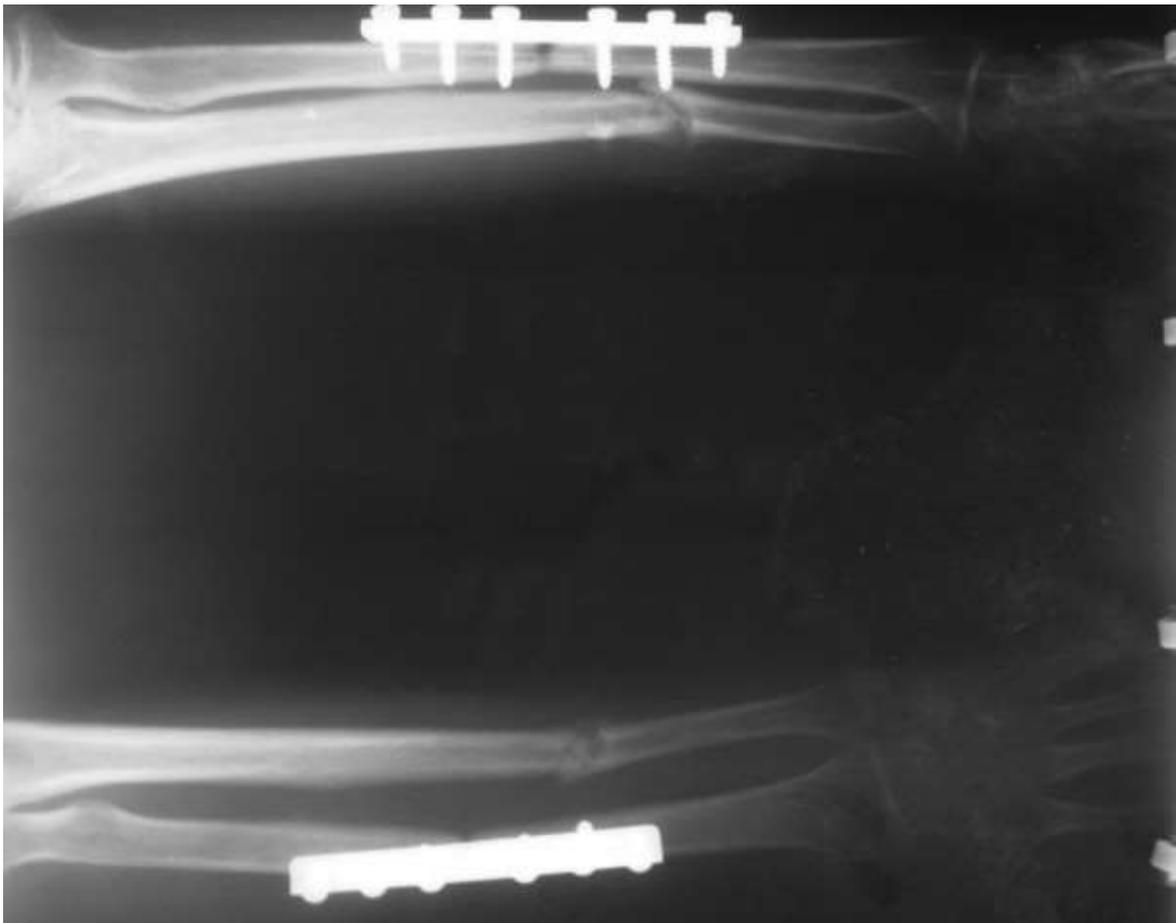


Fig. 1 - Radiografías preoperatorias en vistas antero-posterior y lateral de una pseudoartrosis de ambos huesos del antebrazo de 1 año de evolución.

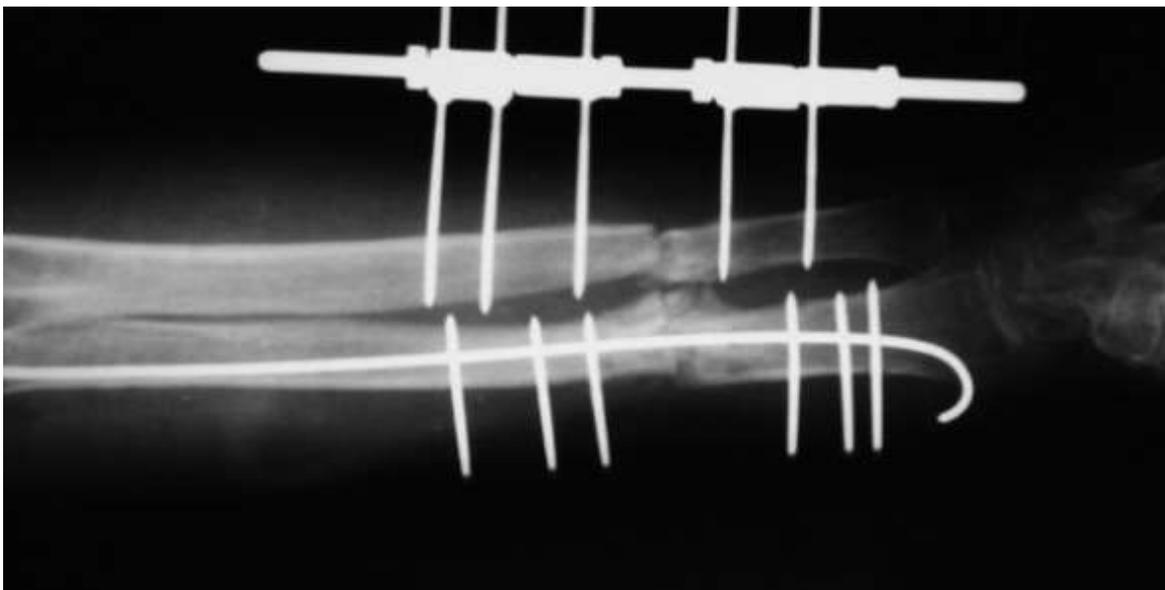


Fig. 2 - Radiografías posoperatorias del paciente de la figura 1, al tercer mes de operado.



Fig. 3 - Radiografías en vistas antero-posterior y lateral que muestran el resultado final a los cuatro meses de operado.



Fig. 4 - El paciente al sexto mes de operado (segundo mes de habersele retirado los fijadores externos) donde se aprecia la recuperación de la supinación.



Fig. 5 - El paciente al sexto mes de operado (segundo mes de habersele retirado los fijadores externos) donde se aprecia la recuperación de la pronación.

Discusión

Los datos obtenidos se corresponden con la literatura revisada acerca de la mayor incidencia de ésta afección en los adultos por estar estos más expuestos a los traumatismos de alta energía, al ser el sector físicamente más activo de la población. (2,3,7,10,11,12,13)

El predominio del sexo masculino es debido a que la actividad laboral y cotidiana desarrollada por el primer grupo es más enérgica que la del segundo según estadísticas nacionales e internacionales. (3,4,7,10,13,14,15)

Las pseudoartrosis no séptica, no viables (la mayoría en este estudio) son aquellas en las que necesariamente hay que exponer el foco para recanalizar y/o realinear, así como la utilización del injerto óseo ya que en las que solo se requiere compresión a cielo cerrado utilizando el mismo fijador externo para garantizar la buena evolución del paciente no se requiere la exposición del foco ni la utilización del injerto óseo. Estos resultados coinciden con los descritos en la literatura actual revisada. (2,3,4,7,11,13,16,17,18,19)

La fijación de urgencia con alambres intramedulares a cielo cerrado sin el aporte de injerto ni una correcta inmovilización es la causa principal del desarrollo de la pseudoartrosis en el tercio medio del radio proximal del cúbito. (2,11,12,13,16,20,21,22,23)

El tiempo promedio de consolidación del radio fue de 14,2 semanas, con variaciones entre 8 y 28 semanas; mientras que en el cúbito fue de 20,8 semanas con variaciones entre 12 y 32 semanas. Conociendo que el tercio superior del cúbito fue el más afectado debemos tener en cuenta que es la zona de mayor diámetro de ambos huesos del antebrazo, lo cual supuso mayor trauma quirúrgico para lograr la exposición del foco así como mayor cantidad de injerto lo que se traduce en mayor tiempo para la consolidación. (2,7,13,22,24,25)

Solo 2 pacientes tuvieron como resultado una función de la extremidad Mala, que constituye un 3,0 %. Uno fue debido, al parecer, a una mala técnica de colocación del injerto en una pseudoartrosis de ambos huesos, resultando luego de la consolidación una sinostosis radio-cubital posquirúrgica; y el otro, producto de

una deformidad residual por acortamiento y angulación del radio en valgo $> 7^\circ$.^(7,9,11,14,26,27) Es importante tener presente la técnica de aplicación del injerto óseo en el espacio interóseo para evitar la temida complicación de la sinostosis.

El fallo de la fijación externa que condujo a la no consolidación con el tratamiento aplicado fue consecuencia de indisciplina del propio paciente por no asistir a las consultas evolutivas. En general las complicaciones se comportaron de forma similar en relación con el uso de la fijación externa y en algunos casos por debajo de los resultados obtenidos por otros autores^(7, 16, 21). Esto se lo atribuimos a la experiencia en el servicio, tanto de médicos como enfermeras con más de 40 años atendiendo pacientes con fijadores externos, lo que permite extremar las medidas tanto en la técnica de colocación del fijador como en el seguimiento en sala y consultas, así como las orientaciones para el hogar.

Es de destacar que no se presentó un solo caso de rechazo del injerto óseo homólogo en el grupo de estudio, lo que constituyó un buen complemento para lograr proporcionar un estímulo osteogénico, que facilitó la consolidación ósea en un plazo de tiempo aceptable en el tratamiento de la pseudoartrosis de cúbito y radio. El desarrollo cada vez mayor de las técnicas de esterilización, conservación y almacenamiento de los injertos óseos de banco hace que este proceder sea cada vez más aceptado y se extienda por todos los países para beneficio de la humanidad^(4, 7)

Las tres pseudoartrosis que no curaron se debieron, en dos pacientes, a la mala función de la extremidad a pesar de lograr la consolidación el paciente la deformidad residual invalidante que fue antes de las 18 semanas; y en otro caso a que antes de la consolidación cometió una indisciplina, resultando la pérdida de la fijación externa que posteriormente necesitó de otra cirugía en la que hubo que reintervenir y aplicar una placa DCP por rechazar la aplicación de otro fijador externo, y colocar nuevamente injerto de banco.

Si comparamos nuestro grupo de estudio con otras series nacionales (Jacobo Núñez M,⁽⁷⁾ Pancorbo Sandoval EA,⁽³⁾ Quesada Musa JV⁽¹³⁾) o con las series de autores internacionales (Kim,⁽¹¹⁾ Chloros,⁽²¹⁾ Arredondo E,⁽¹²⁾ Ring D,⁽²⁴⁾ Davey PA,⁽²⁵⁾) podemos concluir que los resultados obtenidos en esta revisión cumplieron

con la hipótesis planteada, y las expectativas con relación al tiempo de consolidación, complicaciones, resultados funcionales e índice de curación con la aplicación de esta técnica.

Referencias bibliográficas

1. Sisk D. Fracturas. En: Edmonson Allen S, Grenshaw AH. Campbell Cirugía ortopédica. 6ta Ed. Editorial Panamericana. Tomo 1. Capítulo 5. Pag 691. 1981.
2. Reis FB, Faloppa F, Fernandes HJA, Albertoni WM, Stahel PF. Outcome of diaphyseal forearm fracture-nonunions treated by autologous bone grafting and compression plating.
Ann Surg Innov Res. 2009 May 18;3:5.doi: <https://10.1186/1750-1164-3-5>.
3. Pancorbo Sandoval EA, Delgado Quiñones A, Martín Tirado J, Hernández Hernández J, Díaz Prieto G, Quesada Pérez J. Tratamiento de la pseudoartrosis de los huesos largos mediante fijación externa. Rev Cubana Ortop y Traumatol. 2010;24(2):44-56.
4. Andrzejowski P, Giannoudis PV. The 'diamond concept' for long bone non-union management. J Orthop Traumatol. 2019;20:21 <https://doi.org/10.1186/s10195-019-0528-0>
5. Liverneaux S, Facca JJHD. Non-union after fracture of the distal radius: focus nonunion after distal radius fracture: a review. Hand Surgery and Rehabilitation. 2016;35:120-5.
6. Sanchez A, Salerni H. Retardo de consolidación de fracturas. Actual Osteol. 2015;11(1):47-56.
7. Jacobo Núñez ME. Comportamiento de la pseudoartrosis diafisaria de huesos largos tratados con injerto óseo de banco [tesis en opción al título de especialista de primer grado en Ortopedia y Traumatología]. La Habana, ISCM-H; 2002.
8. Davis JA, Choo A, O'Connor DP, Brinker MR. Treatment of infected forearm nonunions with large complete segmental defects using bulk allograft and intramedullary fixation. J Hand Surg Am. 2016;41(9):881-7.
9. Anderson LD, Sisk D, Tooms RE, Park WI 3rd. Compression-plate fixation in acute diaphyseal fractures of the radius and ulna. J Bone Joint Surg Am. 1975;57(3):287-97.
10. Hendrickx L, Virgin J, van den Bekerom MP, Doornberg JB, Kerkhoffs G, Jaarsma RL. Complications and subsequent surgery after intra-medullary nailing for tibial shaft fractures: Review of 8110 patients. Injury. 2020;51:1647-54. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2020.04.021>

11. Kim K, Ri S, Jang M, Ryang S. Treatment of Large Bone Defect of Long Bones: Comparison of Free Vascularized Fibular Graft with Compression-Distraktion Technique. *J Orthop Sports Med.* 2019;1(3):66-77. DOI: <http://10.26502/josm.5115008>
12. Arredondo E. Tratamiento de las pseudoartrosis de antebrazo con injerto de cresta ilíaca y clavo Hunec. *Acta Ortop Mex.* 2004;18(6):245-50.
13. Quesada Musa JV, Delgado Riffá E, Peña Pérez A, Marta Toledo I. Autoinjerto a corta distancia en la pseudoartrosis del antebrazo. *Rev Cubana Ortop Traumatol.* 2009;3(1):4-22.
14. Cai RB. Analysis of 81 cases of nonunion of forearm fracture. *Chin Med J (Engl).* 1983;1:29-32.
15. Velázquez-Moreno JD, Casiano-Guerrero G. Algoritmo del tratamiento de la pseudoartrosis diafisaria. *Acta Ortopédica Mexicana.* 2019 Ene.-Feb;33(1):50-7. <http://www.medigraphic.com/actaortopedica>
16. Álvarez Cambras R. Tratamiento de la pseudoartrosis con fijadores. *Rev Cubana Ortop Traumatol.* 1987;2(2):7-15.
17. Micev AJ, Kalainov DM, Soneru AP. Masquelet technique for treatment of segmental bone loss in the upper extremity. *J Hand Surg Am.* 2015;40(3):593-8.
18. Kloen P, Wiggers JK, Buijze GA. Treatment of diaphyseal non-unions of the ulna and radius. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2010;130(12):1439-45.
19. Delgado del Caño C, García López J, Rodríguez de Oya R. Pseudoartrosis séptica. Actualización en manejo y tratamiento. *Rev Esp Traum Lab.* 2019;2(1):25-31. <https://doi.org/10.24129/j.retla.02103.fs1901003>
20. Clembosky G, Gómez RGL, Perrone JM, Gómez DJ. Fractura de radio distal: abordaje mínimamente invasivo con preservación del pronador cuadrado. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol.* 2015;80(3):150-7.
21. Chloros GD, Howard A, Giordano V, Giannoudis P. Radiographic Long Bone Fracture Healing Scores: Can they predict non-union? *Injury.* 2020; 51(8). doi: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2020.07.024>
22. Escobedo-Troncoso VM, Cantú-Morales D. Formación de un solo hueso en antebrazo, en pseudoartrosis infectada de cúbito proximal. *Acta Ortop Mex.* 2015;29(2):114-7.
23. Gupta DK, Gaurav K. Gap nonunion of forearm bones treated by modified Nicoll's technique. *Indian J Orthop.* 2010;44(1):84-8.
24. Ring D, Rhim R, Carpenter C, Jupiter JB. Comminuted diaphyseal fractures of the radius and ulna: does bone grafting affect nonunion rate? *J Trauma.* 2005;59:438-41.
25. Davey PA, Simonis RB. Modification of the Nicoll bone grafting technique for non union of radius and /or ulna. *J Bone Joint Surg Br.* 2002;84:30-3.

26. Zaidenberg EE, Fernando ME, Pastrana MJ, Juarez CF, Olazarri F, Zaidenberg CR. Injerto óseo vascularizado pediculado del radio distal para tratar la pseudoartrosis recalcitrante del cúbito. Rev Asoc Argent Ortop Traumatol. 2018;83(1):31-7. <http://orcid.org/0000-0002-1535-0586>.

27. Bornot Duránd Yandri, Ferrer Matos Gleibis, Font Ávila María E, Ferrer Matos Mariano. Pseudoartrosis no viable de tercio distal del cúbito. ccm [Internet]. 2017 Dic [citado 2020 Jul 25] ; 21(4): 1240-1245. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1560-43812017000400027&lng=es.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores

Ricardo Jesús Tarragona Reinoso. Confección del artículo, cirujano de los casos y revisión de la bibliografía.

Frank Izquierdo Rodríguez. Confección del artículo y revisión de la bibliografía.

Alberto González Ruiz. Cirujano de los casos, discusión de los resultados, revisión de la bibliografía.

Lina Aurora Chao Carrasco. Cirujano de los casos, análisis y descripción de los estudios imaginológicos y revisión de la literatura.

Miguel Ángel Rodríguez Angulo. Discusión de los resultados y revisión de la literatura

Tiemure Wu. Participante en las cirugías y revisión de la literatura