



# Planificación 3D y corrección de deformidades del antebrazo en adolescentes con exostosis múltiple: Resultados clínicos

## *3D Planning and Forearm Deformity Correction in Adolescents with Multiple Exostosis – Clinical Results*

Marcio Aurelio Aita<sup>1</sup>  Fabio Lucas Rodrigues<sup>1</sup> Victor Bignatto Carvalho<sup>1</sup>  
Renato Tadeu Sassmannshausen Moretto<sup>2</sup> Kleber Oliveira Barbosa<sup>3</sup> Ricardo Kaempf de Oliveira<sup>4</sup>

<sup>1</sup>División de Ortopedia, Departamento de Cirugía, Faculdade de Medicina do ABC, Santo André, SP, Brazil

<sup>2</sup>Departamento de Ortopedia, Hospital Servidor Municipal, São Paulo, SP, Brazil

<sup>3</sup>División de Ortopedia, Hospital Regional do Agreste, Caruaru, PE, Brazil

<sup>4</sup>Departamento de Ortopedia y Traumatología, Santa Casa de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brazil

Address for correspondence Marcio Aurelio Aita, PhD, División de Ortopedia, Departamento de Cirugía, Faculdade de Medicina do ABC, Av. Príncipe de Gales, 821 Príncipe de Gales, Santo André, SP, Brazil - ZIP: 09060-650 (e-mail: marcioaita@me.com).

Rev Iberam Cir Mano 2024;52(2):e124–e130.

### Resumen

A pesar de que entre el 30% y el 60% de los pacientes con exostosis cartilaginosa múltiple (ECM) presentan deformidad en el antebrazo, todavía no existe un consenso sobre el método preferido ni el momento ideal para el tratamiento, especialmente en pacientes adolescentes con múltiples lesiones, en quienes el momento del tratamiento puede tener un fuerte impacto psicológico, ya que el trastorno en el crecimiento óseo endocondral puede llevar a la inestabilidad articular y a deformidades graves de la extremidad afectada. El alargamiento del cúbito, la osteotomía del radio, la estabilización de la articulación radiocubital distal (ARCD) y la reducción de la cabeza radial pueden ser una buena estrategia para corregir la deformidad del miembro superior. Este estudio tuvo como objetivo mostrar una planificación y un procedimiento reproducibles para corregir la deformidad del radio, la subluxación de la articulación radiocapitelar, el cúbito minus, el equilibrio carpiano y la incongruencia de la ARCD en adolescentes tratados con el protocolo ABC (fijación externa híbrida y placa volar de radio utilizando un modelo 3D y métodos de planificación por software) en cinco adolescentes con ECM y deformidad en el antebrazo. Después de un año de la cirugía, los pacientes mostraron una puntuación DASH de 8 y una puntuación EVA de 1. En el examen radiográfico, el ángulo articular radial (AAR) fue de 21,55°, la inclinación palmar de 10°, la variación cubital (VC) de 1,2 mm, el deslizamiento carpiano (DC) de 64%, el centro de rotación de la angulación (CORA) de 1,1° hacia el cúbito / 21,95° hacia el radio, y el arqueamiento radial (AR) de 11,45 mm. La tasa de complicaciones fue del 20% (un paciente) que fue sometido a un re-alargamiento del cúbito para mejorar la congruencia de la ARCD. Se encontró que el protocolo ABC (fijación externa híbrida y placa volar de radio utilizando un

### Palabras clave

- ▶ planificación 3D
- ▶ alargamiento óseo
- ▶ congénito
- ▶ corrección de deformidad
- ▶ planificación de deformidades
- ▶ codo
- ▶ osteocondromaidad
- ▶ acortamiento relativo cubital
- ▶ deformidad de la muñeca

### recibido

13 de marcha de 2024

### aceptado

11 de octubre de 2024

DOI <https://doi.org/>

10.1055/s-0044-1795159.

ISSN 1698-8396.

© 2024. SECMA Foundation. All rights reserved.

This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution-NonDerivative-NonCommercial-License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit. Contents may not be used for commercial purposes, or adapted, remixed, transformed or built upon. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

modelo 3D y un sistema de planificación por software) es un método de tratamiento seguro y confiable para la deformidad del antebrazo en adolescentes con ECM.

## Abstract

Despite the 30% to 60% of patients with Multiple cartilaginous exostoses (MCE) showing forearm deformity, there is still no consensus regarding the preferred method and ideal timing of treatment, especially in teenage patients with multiple injuries in whom the treatment timing can have a strong psychological impact because disorder of endochondral bone growth can lead to joint instability and severe deformities of the involved extremity. Ulna lengthening, radius osteotomy, Distal radio ulnar joint (DRUJ) stabilization, and radial head reduction may be a good strategy to correct upper limb deformity. This study was to show reproducible planning and procedure to correct radius deformity, subluxation of the radio capitellar joint, ulna minus, carpal balance, and DRUJ incongruence in adolescents treated with ABC protocol (hybrid external fixation and volar radius plate using 3D model and software planning system methods) in Five adolescents with MCE and forearm deformity. After 1 year of the surgery, patients showed a DASH score was 8 and a VAS score was 1. On X-ray examination, Radial articular angle (RAA) = 21.55°, Palmar tilt = 10°, ulnar variance (UV) = 1.2 mm, carpal slip (CS) = 64%, center of rotation of angulation (CORA) = 1.1° to ulna / 21.95° to radius and radial bowing (RB) = 11.45mm. The complication rate was 20% (one patient) and submitted ulna re-lengthening for improving DRUJ congruence. ABC protocol (hybrid external fixation and volar radius plate using a 3D model and software planning system) was found to be a safe and reliable treatment method for forearm deformity in adolescents with MCE.

## Keywords

- ▶ 3D planning
- ▶ bone lengthening
- ▶ congenital
- ▶ deformity correction
- ▶ deformity planning
- ▶ elbow
- ▶ osteochondromaity
- ▶ relative ulnar shortening
- ▶ wrist deformity

## Introducción

A pesar de que el 60% de los pacientes con exostosis cartilaginosa múltiple (ECM) presentan deformidad en el antebrazo, la elección del mejor momento y método de tratamiento en adolescentes también debe considerar posibles problemas psicológicos, ya que el trastorno en el crecimiento óseo endocondral puede llevar a complicaciones estáticas, como rigidez, incongruencia articular, inestabilidad articular y deformidades graves en la extremidad afectada.<sup>1-3</sup>

El alargamiento del cúbito, la osteotomía del radio distal, la estabilización de la articulación radiocubital distal (ARCD) y la reducción de la cabeza del radio como “protocolo ABC” para tratar a los adolescentes dentro de la opción ECM pueden ser una buena opción para corregir la deformidad de las extremidades superiores.

Este enfoque es conveniente, seguro y evita complicaciones.<sup>4,5</sup>

El objetivo principal fue mostrar una planificación y un procedimiento reproducibles para corregir la rigidez, la deformidad del radio distal y proximal, la dislocación de la articulación radiocapitelar, el cúbito negativo, el equilibrio del carpo, la deformidad de la ARCD y la incongruencia en adolescentes tratados con el protocolo ABC (fijación externa híbrida y placa volar del radio usando modelo 3D y sistema de planificación de software). Otros objetivos eran mostrar resultados radiográficos y clínicamente funcionales. (ver ▶ **Tabla 1**)

## Pacientes y método

Cinco adolescentes con ECM y deformidad del antebrazo fueron clasificados por Masada<sup>6</sup> (ver ▶ **Fig. 1**) y tratados con el “protocolo ABC” en un solo Hospital Universitario, FMABC (Facultad de Medicina del ABC), Santo André, Brasil.

Los implantes utilizados para el alargamiento del cúbito, la corrección del radio distal y la estabilización de la ARCD fueron probados: LRS, fijador externo Limb Rail System, de Orthofix, Verona, Italia, o Fixus 33, Ámsterdam, Países Bajos; modelo de deformidad del antebrazo en 3D desarrollado mediante examen de tomografía computarizada (TC); sistema de corrección por software (Orthopediatrics®, EE. UU.) y placa de bloqueo volar grande (Hexagon®, SP Brasil, Techimport®, Rio Claro, Brasil).

El protocolo institucional n.º ETIK 1750176 fue aprobado. Los criterios de inclusión fueron pacientes adolescentes (con inmadurez esquelética) con diagnóstico de ECM asociado a deformidad del antebrazo, quienes fueron tratados dentro del protocolo ABC. Los criterios de exclusión incluyeron pacientes que no completaron el tratamiento, que se encontraban en tratamiento de quimioterapia o radioterapia, o aquellos con enfermedades mentales.

## Protocolo de tratamiento ABC

### Planificación preoperatoria

Antes de la cirugía, se analizaron exámenes clínicos y complementarios y se utilizaron radiografías de antebrazo

**Tabla 1** Las características demográficas iniciales, los detalles de la lesión, los parámetros radiográficos y los resultados objetivos e informados por el paciente.

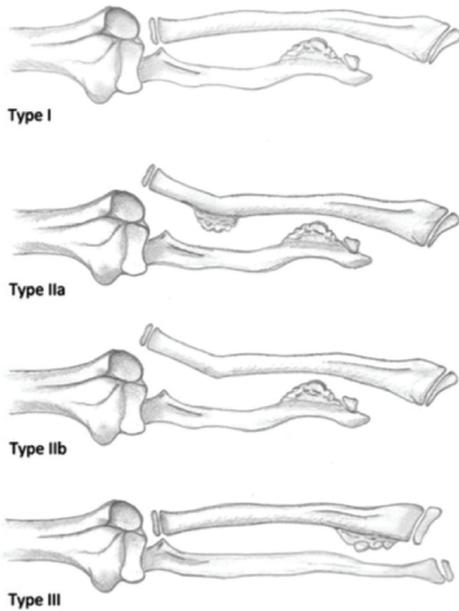
ID	1	2	3	4	5	6	MEAN
Edad	10	15	16	10	15		12.5
Años de seguimiento	10	2	2	2	3		4.25
Lado	D	D	D	I	D		—
ROM pre (%)	52	45	63	50	46.5		49
RPM post (%)	93	88	95	79	92		88
ARR normal °	23	23	23	23	23		23
ARR pre °	12.5	42	38	24.35	29.15		27
ARR post °	20	23	23	22	20		21.313
VC normal (mm)	15	15	15	15	15		15
VC pre (mm)	17.3	20.7	10	18	20		19
VC post (mm)	1	1	1	2	1		1.35
Deslizamiento carpiano normal (%)	50	50	50	50	50		50
Deslizamiento carpiano pre (%)	50	40	40	45	45		45
Deslizamiento carpiano post (%)	40	88	70	72	56		64
Inclinación palmar normal °	11	11	11	11	11		11
Inclinación palmar pre °	10	1	1	8	4		5.5
Inclinación palmar post °	10	10	10	10	10		10
CORA cúbito normal °	0	0	0	0	0		0
CORA cúbito pre °	10	15	14	14	12		12.5
CORA cúbito post °	0	2	1	1	1		1.1
CORA radio normal °	23	23	23	23	23		23
CORA radio pre °	20	15	32	17	18		17.5
CORA radio post °	21.9	22	23	22	22		21.925
AR normal (mm)	12	12	12	12	12		12
AR pre (mm)	10.11	23	26	18	16		16.603
AR post (mm)	13	10	11	12	11		11.475
DASH	5	11	12	16	1		8.25
EVA	1	1	2	2	1		1.25
Multiplier (mm)	4 (encima)	1	1	1	2 (encima)		1
Complicaciones (%)	Re-alargamiento	—	—	—	—		20
Tiempo de consolidación	92	120	63	100	112		106
Período de distracción	67	93	—	82	78		80
Tiempo total	159	213	63	182	200		188.5
Implantes cúbito	LRS/DCP	LRS	DCP	LRS	LRS		
Implantes radio	ndn	Placa volar	Placa volar	—	—		
Clasificación	IIb	IIb	III	IIb	III		

e imágenes de TC para formular y preparar una pieza 3D con variables reproducibles: ángulo articular radial (AAR) = 23°, inclinación palmar = 11°, variación cubital (VC) = 0 mm, deslizamiento carpiano (DC) = 50 %, centro de rotación de la angulación (CORA) = 0° al cúbito / 23° al radio y arqueamiento radial (AR) = 12 mm fueron sugeridos con parámetros estándar para corregir la deformidad del antebrazo.<sup>6,7</sup> (ver ►Fig. 2)

Ahora, para realizar el plan digital con el software Orthopediatrics®: elija el tema del antebrazo y cambie los parámetros finales de corrección del radio – el plan anteroposterior era 0° y ahora cambiar 23°, a dirección lateral. En vista sagital, era 0° y modificado para 11°, en dirección palmar. Se realizó otra planificación para el alargamiento óseo del cúbito, con parámetros regulares y el sistema de aplicación Multiplier fue de 0° para ambos.

## Clasificación

Masada K, Tsuyuguchi Y, Kawai H, Kawabata H, Noguchi K, Ono K. Operations for forearm deformity caused by multiple osteochondromas. *J Bone Joint Surg Br.* 1989;71(01):24–29.



**Tipo I.** La principal formación de osteocondroma se encuentra en la porción distal del cúbito. El cúbito es relativamente corto y hay una curvatura del radio, pero la cabeza radial no está dislocada. Se observan tanto un estrechamiento de la cabeza cubital como una inclinación cubital de la epífisis radial distal.

**Tipo II.** Además del acortamiento cubital, la cabeza radial está dislocada. La curvatura del radio es menos grave que en la deformidad de tipo 1 debido a la dislocación.

**Tipo IIa,** la cabeza radial está dislocada debido a un osteocondroma en la metáfisis proximal del radio.

**Tipo IIb,** no hay osteocondromas en esta parte del radio.

**Tipo III.** La principal formación de osteocondroma se encuentra en la metáfisis del radio distal y hay un acortamiento relativo del radio.

**Fig. 1** La clasificación de Masada et al. para la deformidad del antebrazo causada por osteocondromas múltiples.

Finalmente, el software creó dos tablas guía para la corrección de la deformidad del cúbito y el radio. (ver ► **Fig. 3**)

El siguiente paso fue introducir los pines y el fijador externo en el modelo 3D (en el cúbito se utilizó LRS® de

Orthofix®, Verona, Italia, o Fixus 33, Ámsterdam, Países Bajos) y en el radio se empleó el hexápodo Orthex® de Orthopediatrics®, Florida, EE. UU. Ahora, el cirujano calibra los seis puntales de acuerdo con la línea final en la tabla del radio y el alargamiento del cúbito, también de acuerdo con la tabla. Otro método (placa de bloqueo volar con procedimiento de osteotomía guiada en 3D) se realizó en la corrección aguda del radio. Ambos métodos se emplean para corregir la deformidad del antebrazo y se muestra el modelo 3D al paciente y a los padres. (ver ► **Fig. 4**)

### Procedimiento Quirúrgico

Los pacientes fueron sometidos a anestesia general y se realizaron pequeñas incisiones con fluoroscopia asistida para marcar los puntos de inserción de los pines y el nivel de osteotomía del cúbito.

El siguiente paso fue realizar la fijación con fijador externo en el cúbito. Se planificó y corrigió la colocación de pines lineales y angulares y la variación y deformidades del cúbito. Luego, para realizar el alargamiento óseo del cúbito, con los parámetros de la tabla guía del software y el sistema de la aplicación Multiplier se calcula la longitud versus el hueso versus la edad versus el sexo.

Ahora, después de 80 días (tiempo medio de longitud del cúbito), se realizó nueva anestesia general y resección de la exostosis del cúbito, corrección de la deformidad del radio distal y estabilización de la ARCD. El injerto del tendón braquiorradiar fue disecado y preparado con sutura de Krackow hasta su inserción en la colocación del radio distal.

## Planificación



Radial Articular Angle (RAA)

Carpal Slip (CS)

Ulnar Variance (UV)

Radial Bowing (RB)

Centre of Rotation of Angulation (CORA)

**Fig. 2** Parámetros radiográficos para planificar y tratar la deformidad del antebrazo.

# Tabla de guía de corrección

All readings in the table are A-Scale "Gradual" Measurement Readings

Date	WkDay	Day	Seq	STRUT 1	STRUT 2	STRUT 3	STRUT 4	STRUT 5	STRUT 6	PHOTO
03/04/22	Fri	0	0	106	187	203	150	117	106	PHOTO
03/05/22	Sat	1	1	107.25	187	202.75	151	118.5	106.75	PHOTO
03/06/22	Sun	2	1	108.25	187	202.75	151.75	120	107.75	PHOTO
03/07/22	Mon	3	1	109.5	187	202.5	152.75	121.5	108.75	PHOTO
03/08/22	Tue	4	1	110.75	187	202.25	153.5	123	109.5	PHOTO
03/09/22	Wed	5	1	112	187	201.75	154.5	124.5	110.5	PHOTO
03/10/22	Thu	6	1	113.25	186.75	201.5	155.25	126	111.5	PHOTO
03/11/22	Fri	7	1	114.25	186.75	201.25	156	127.25	112.5	PHOTO
03/12/22	Sat	8	1	115.5	186.5	200.75	156.75	128.75	113.5	PHOTO
03/13/22	Sun	9	1	116.75	186.25	200.5	157.5	130.25	114.5	PHOTO
03/14/22	Mon	10	1	118	186	200	158.25	131.75	115.75	PHOTO
03/15/22	Tue	11	1	119	185.75	199.5	158.75	133	116.75	PHOTO
03/16/22	Wed	12	1	120.25	185.5	199	159.5	134.5	117.75	PHOTO
03/17/22	Thu	13	1	121.5	185.25	198.5	160	136	119	PHOTO
03/18/22	Fri	14	1	122.75	184.75	198	160.5	137.25	120	PHOTO
03/19/22	Sat	15	1	124	184.5	197.25	161	138.75	121.25	PHOTO
03/20/22	Sun	16	1	125	184	196.75	161.5	140	122.25	PHOTO
03/21/22	Mon	17	1	126.25	183.5	196	162	141.25	123.5	PHOTO
03/22/22	Tue	18	1	127.5	183	195.5	162.5	142.75	124.5	PHOTO

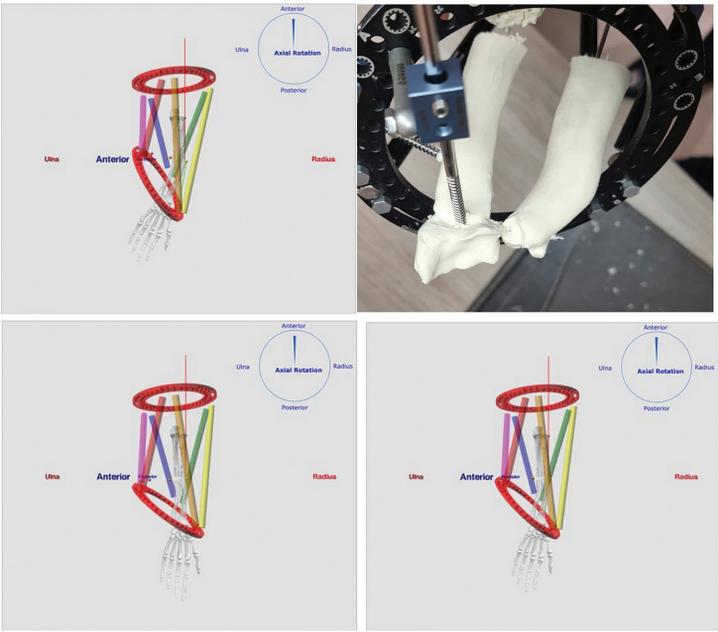


Fig. 3 Tabla guía y planificación digital en 3D para la corrección de la deformidad del antebrazo.

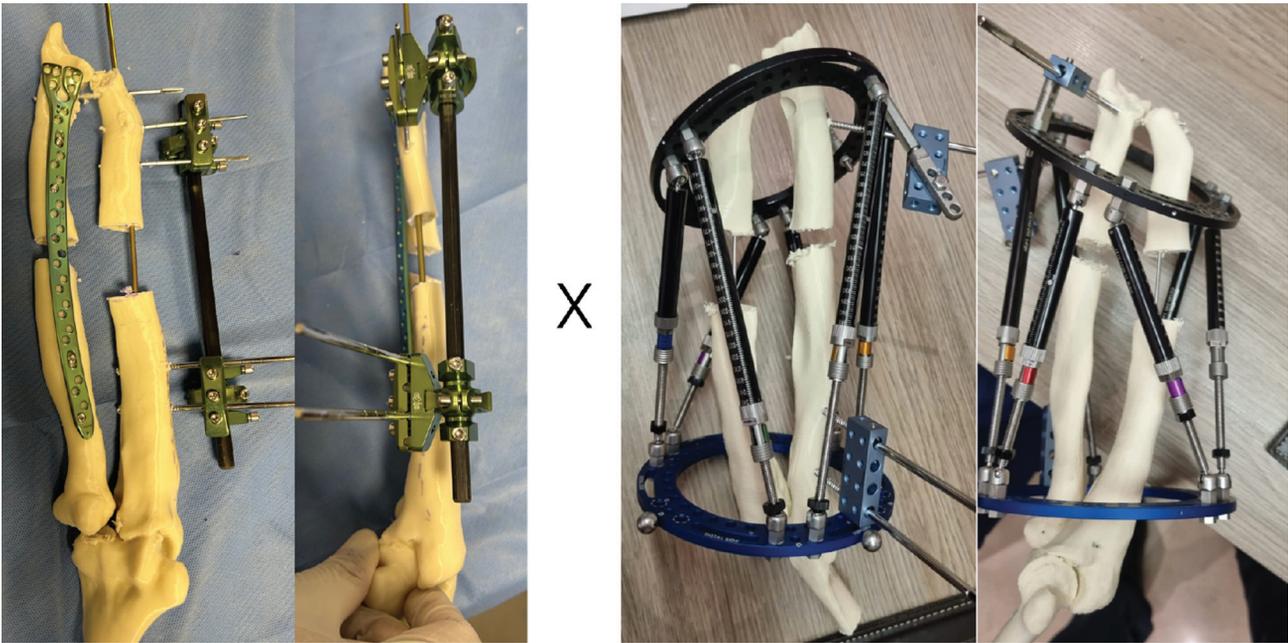


Fig. 4 Modelo comparativo en 3D del antebrazo para planificar métodos de corrección de la deformidad.

Los túneles óseos (dirección oblicua de ~30°) del radio distal (punto de entrada) a la quinta parte distal del cúbito (punto de salida) se hicieron con el antebrazo en supinación, utilizando una guía/broca canulada (sistema Axis®, por Techimport, Rio Claro, SP), evitando la superficie articular. El injerto BR pasó a través del túnel óseo con el sistema de guía Axis®. Ahora, la fijación del injerto de tendón con un sistema de anclaje Knotless específico (Poplock® 2,8 mm, CONMED®, Tampa,

EE. UU.) se realizó en un túnel del cúbito proximal de 10 mm, y la mejor tensión se obtuvo con el antebrazo en posición neutra para estabilizar la ARCD. En ese momento, se pasó una aguja de Kirschner transversal de 2,0 mm a través del cúbito/radio y se mantuvo durante 6 semanas. Posteriormente, se realizó una osteotomía del radio distal utilizando una placa de bloqueo volar grande (para corrección aguda) o un fijador externo hexápodo (para corrección estándar).

Después de 106 días (tiempo medio de curación) y un alargamiento adecuado o excesivo del cúbito, según la aplicación Multiplier®, y con una formación ósea satisfactoria, se retiraron todos los implantes en el quirófano bajo anestesia general.

Se registraron la distancia de distracción, el período de distracción, el período de consolidación y el tiempo para el alargamiento del cúbito. La velocidad de distracción fue de 1,0 mm cada 2 días, y el radio se corrigió de manera aguda con una placa. Un año después de la cirugía, los pacientes lograron un rango de movimiento (ROM) ideal en la extremidad superior.

Los parámetros clínico-funcionales mostraron una EVA de 1, un DASH de 8, una fuerza de agarre del 88% (en comparación con el lado opuesto). Los parámetros radiográficos indicaron la congruencia de la ARCD y del codo después de 12 meses. Se midieron el ángulo articular radial (ARR), la variación cubital (VC), el deslizamiento carpiano (DC), el centro de rotación de la angulación (CORA) para el cúbito y el radio, el arqueamiento radial (AR) y la congruencia radiocapitelar en la vista postero anterior (PA), mientras que la inclinación palmar se midió en la vista lateral. Se realizaron procedimientos adicionales que incluyeron la extracción de implantes, la reinstalación del fijador externo, y un nuevo alargamiento agudo del cúbito con placa e injerto óseo en un paciente (primer paciente) debido a la incongruencia de la ARCD.<sup>7</sup> (ver ►Fig. 5)

### Protocolo de rehabilitación

Después de dos semanas del procedimiento, se empleó la movilización estándar en el miembro superior (completa). Se realizó cambio de apósito una semana después de la operación. Después de dos semanas, los pacientes comenzaron sesiones de rehabilitación durante ~2 meses y, si es posible, iniciaron actividades físicas.



**Fig. 5** Aspectos comparativos de los parámetros radiográficos tras la corrección del nuevo alargamiento del cúbito.

### Métodos estadísticos

Los datos se presentan como media o mediana, según el tipo de variable y distribución. Las variables paramétricas se evaluaron mediante la prueba U de Mann-Whitney y se consideró que  $p < 0,05$  era indicativo de una diferencia estadísticamente significativa. Para el análisis de datos se utilizó el Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 24.0 (SPSS Inc.).

### Resultados

En la ►Tabla 1 se presentan los datos: características demográficas de los pacientes y, en el seguimiento de 12 meses, los resultados objetivos y clínico-funcionales. Los resultados clínico-funcionales medios fueron: ROM = 90,5% (en comparación con el lado no afectado), puntuación DASH = 8 [5–12], y EVA = 1. En el examen radiográfico, el ángulo articular radial (ARR) fue de 21,55°, la inclinación palmar de 10°, la variación cubital (VC) de 1,2 mm, el deslizamiento carpiano (DC) de 64%, el centro de rotación de la angulación (CORA) de 1,1° para el cúbito y 21,95° para el radio, y el arqueamiento radial (AR) de 11,45 mm. La tasa de complicaciones fue del 20% (un paciente) que fue sometido a un nuevo alargamiento del cúbito para mejorar la congruencia de la ARCD.

### Discusión

No está claro cómo elegir el mejor momento y método quirúrgico, especialmente en adolescentes, para corregir la deformidad del antebrazo causada por ECM. Los problemas de recurrencia y el impacto psicológico o el sobretratamiento pueden evitarse. Cabe destacar que el parámetro CORA es un predictor más sólido de buenos resultados únicamente en las extremidades inferiores. Las longitudes y ángulos naturales de las extremidades superiores aún no están bien definidos en el antebrazo, y el parámetro CORA es insuficiente para promover una corrección funcional del antebrazo. Es necesario planificar guías de corrección independientes para el radio y el cúbito. El alargamiento del cúbito es el método estándar para lograr la mejor relación con la ARCD. En el software de Orthopediatrics®, fue necesario ajustar los parámetros estándar del radio para obtener una corrección de la curvatura ósea (de 0° a 23° en el plano lateral y de 0° a 11° en el plano palmar, respectivamente). Otro paso importante es iniciar la corrección de la deformidad del radio distal una vez completado el alargamiento del cúbito.

En este estudio, se sugirieron diferentes parámetros radiográficos para promover la corrección del antebrazo: variación cubital (0 mm), equilibrio carpiano, CORA, curvatura radial, inclinación radial (23°) e inclinación palmar (11°), con nuevos parámetros estándar. Los pacientes mostraron excelentes resultados clínicos, radiográficos y auto informados.

Hoy en día, es muy común el uso de modelos 3D y guías (generados a partir de imágenes de TC) para mejorar el diagnóstico, la planificación preoperatoria y el tratamiento de las deformidades óseas. Además, es posible utilizar el mismo modelo de deformidad en 3D para la planificación en

un sistema de software digital específico. Todos los pacientes de nuestro estudio fueron tratados con el protocolo ABC.<sup>8,9</sup>

El mejor momento no está claro para la corrección de las deformidades del antebrazo y se limita a un cierto rango y tiende a permanecer estable con la edad, la deformidad del sitio óseo y el sexo. Chunxing Wu et al. informaron una relación más fuerte entre la edad versus la longitud y la osificación epifisaria del radio y el cúbito, lo que influyó en el mejor momento para indicar el tratamiento quirúrgico para la corrección de la deformidad. En nuestro estudio, cuatro pacientes fueron sometidos a tratamiento (longitud del cúbito) asistido por la aplicación Multiplier® y el software Orthopediatrics® para corregir la planificación y evitar otros procedimientos adicionales.<sup>10</sup>

La corrección del antebrazo en pacientes adolescentes con ECM es un desafío. Otros estudios informaron que la resección simple de la exostosis no previene una mayor progresión de la deformidad y es necesario el alargamiento del cúbito, la osteotomía del radio distal y la reconstrucción del ligamento para restaurar la congruencia y estabilización de la ARCD.

En el presente estudio se informó de alargamiento cubital con resección de exostosis, estabilización de la ARCD con reconstrucción de la membrana interósea distal, fijación provisional con alambre de Kirschner y corrección de osteotomía del radio distal también. Los resultados clínicos se obtuvieron sin complicaciones en este momento y todos los pacientes mostraron estabilidad y congruencias en codo y muñeca.<sup>4</sup>

Implantes tradicionales (placa de bloqueo volar) versus fijador externo para la corrección del radio distal son un punto crítico en la literatura: plano frontal y sagital (inclinación volar) e inclinación articular. El estudio de Ross et al y este estudio demuestran que si se cambian los parámetros estándar de corrección del radio se puede lograr una reducción aceptable. Todos los pacientes mostraron parámetros radiológicos y de resultados informados por el paciente adecuados.<sup>11</sup>

Este artículo fue un análisis clínico retrospectivo y es necesario reconocer algunas limitaciones. El criterio de inclusión fueron todos los subtipos de ECM, y el tamaño de la muestra fue pequeño para el análisis DASH y EVA; sin embargo, fue suficiente para la evaluación estadística y reproducible para promover aspectos radiográficos con un nuevo parámetro estándar para la corrección del antebrazo.

## Conclusión

Los parámetros estándar del antebrazo con inclinación radial, inclinación palmar, ángulo articular radial, varianza cubital, deslizamiento carpiano, centro de rotación de la angulación, arqueamiento radial y articulación radiocubital distal y la congruencia del codo son parámetros reproducibles y significativos para la planificación, y el protocolo ABC (fijación externa híbrida, placa volar de radio grande usando un modelo 3D y un sistema de planificación de software) fueron un método de tratamiento seguro y reproducible para deformidad MCE del antebrazo en adolescentes.

## Consentimiento informado

Se entregó un documento de consentimiento informado a todos los participantes de la investigación, quienes lo leyeron y firmaron según su voluntad. La investigación aquí presentada fue aprobada y estuvo de acuerdo con los estándares éticos del Comité de Ética en Experimentación Humana de la Facultad de Medicina del ABC n° 1750176. Se entregó un documento de consentimiento informado al paciente, quien lo leyó y firmó según su voluntad.

## Apoyo financiero

Ninguno.

## Conflicto de los intereses

Los autores Marcio Aurelio Aita, Victor Bignatto Carvalho, Fabio Lucas Rodrigues, Kleber Oliveira Barbosa, Renato Tadeu S. Moretto y Ricardo Kaempff de Oliveira declaran que no tienen conflictos de intereses que revelar.

## Referencias

- Akita S, Murase T, Yonenobu K, Shimada K, Masada K, Yoshikawa H. Long-term results of surgery for forearm deformities in patients with multiple cartilaginous exostoses. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89(09):1993–1999
- Shapiro F, Simon S, Glimcher MJ. Hereditary multiple exostoses. Anthropometric, roentgenographic, and clinical aspects. *J Bone Joint Surg Am* 1979;61(6A):815–824
- Fogel GR, McElfresh EC, Peterson HA, Wicklund PT. Management of deformities of the forearm in multiple hereditary osteochondromas. *J Bone Joint Surg Am* 1984;66(05):670–680
- Aita MA, Rodrigues FL, Bernardo RM, Rebolledo D, Barronovo D, Ruggiero GM. Ulnar Lengthening/Reconstruction of Interosseous Membrane in Treatment of Osteochondroma. *J Wrist Surg* 2018;7(02):160–164
- Matsubara H, Tsuchiya H, Sakurakichi K, Yamashiro T, Watanabe K, Tomita K. Correction and lengthening for deformities of the forearm in multiple cartilaginous exostoses. *J Orthop Sci* 2006;11(05):459–466
- Masada K, Tsuyuguchi Y, Kawai H, Kawabata H, Noguchi K, Ono K. Operations for forearm deformity caused by multiple osteochondromas. *J Bone Joint Surg Br* 1989;71(01):24–29
- Aita MA, Mallozi RC, Ozaki W, Ikeuti DH, Consoni DAP, Ruggiero GM. Ligamentous reconstruction of the interosseous membrane of the forearm in the treatment of instability of the DRUJ. *Rev Bras Ortop* 2017;•••: . Doi: 10.1016/j.RBO.2016.12.002
- Alemayehu DG, Zhang Z, Tahir E, Gateau D, Zhang DF, Ma X. Preoperative Planning Using 3D Printing Technology in Orthopedic Surgery. *BioMed Res Int* 2021;2021:7940242. Doi: 10.1155/2021/7940242
- Wong KC. 3D-printed patient-specific applications in orthopedics. *Orthop Res Rev* 2016;8:57–66. Doi: 10.2147/ORR.S99614
- Wu C, Wang D, Mo Y, Zhang Z, Ning B. Characteristics of the length of the radius and ulna in children. *Front Pediatr* 2022;10:737823. Doi: 10.3389/fped.2022.737823
- Ross M, Di Mascio L, Peters S, Cockfield A, Taylor F, Couzens G. Defining residual radial translation of distal radius fractures: a potential cause of distal radioulnar joint instability. *J Wrist Surg* 2014;3(01):22–29. Doi: 10.1055/s-0033-1357758. Erratum in: *J Wrist Surg*. 2014 May;3(2):158–9. PMID: 24533242; PMCID: PMC3922865