



ORIGINAL

Relación anatómica del abordaje posterior de húmero mínimamente invasivo con el nervio radial. Un estudio descriptivo en cadáveres



Francisco Javier Faraco Urrego^{a,*}, Santiago Ordóñez^b y Milena Paola Roca Díaz^c

^a Médico, Ortopedista, Profesor de cátedra, Universidad de Antioquia; Ortopedista, Hospital Universitario San Vicente Fundación, Medellín, Colombia

^b Médico, Ortopedista, Subespecialista en deportiva, Hospital Universitario San Vicente Fundación y Hospital Pablo Tobón Uribe, Medellín, Colombia

^c Médico, Residente de ortopedia, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia

Recibido el 5 de diciembre de 2016; aceptado el 4 de julio de 2017

Disponible en Internet el 9 de noviembre de 2017

PALABRAS CLAVE

Fracturas de húmero diafisario;
Osteosíntesis con placa mínimamente invasiva;
Enfoque posterior

Resumen

Introducción: Para las fracturas de húmero diafisario de manejo quirúrgico, los abordajes por mínima invasión mejoran desenlaces. Se han descrito varios. Sin embargo, para el abordaje posterior no existe claridad entre la relación anatómica del nervio radial y las incisiones o la posición de la placa. El objetivo de este estudio es describir la relación anatómica del nervio radial tanto con las incisiones del abordaje posterior por mínima invasión como con la punta distal de la placa.

Materiales y métodos: se realizó un estudio descriptivo en cadáveres sin traumatismo de miembros superiores, en prono con 45° de abducción de hombro y 90° de flexión de codo, tras deslizar una placa de 2,7 mm. Se consignaron en milímetros las distancias del nervio radial respecto a los puntos de referencia del abordaje y la punta distal de la placa.

Resultados: Por término medio, la longitud humeral fue 286,6 mm; la distancia del epicóndilo lateral al nervio radial, 155,1 mm; la aponeurosis tricipital al nervio radial, 138,9 mm, y la punta distal de la placa al nervio radial, 155,6 mm.

Discusión: La fijación con placa por mínima invasión por abordaje posterior puede ser segura para las fracturas de húmero diafisario respecto a la lesión del nervio radial, al ubicar los tornillos de la placa por fuera de 128,5-169,5 mm medidos desde la punta de la placa aunque se requieren estudios clínicos para demostrar la seguridad de este abordaje.

Nivel de evidencia clínica: Nivel IV.

© 2017 Publicado por Elsevier España, S.L.U. en nombre de Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: fcofaraco@gmail.com (F.J. Faraco Urrego).

KEYWORDS

Humeral shaft fractures;
Minimally invasive plate osteosynthesis;
Posterior approach

Anatomical relationship of the posterior minimally invasive surgical approach of the humerus with the radial nerve. A cadaveric model study**Abstract**

Background: It is well known that the various minimally invasive approaches described improve outcomes for the surgical fixation of diaphyseal humerus fractures. However, there is a lack of information between the anatomical relationship of the radial nerve for the required incisions or for the position of the plate when a posterior approach is used. The objective of the study is to describe the anatomical relationship of the radial nerve with both incisions of the posterior minimally invasive approach, and with the distal tip of the osteosynthesis plate.

Materials and methods: A descriptive study was performed on cadavers without trauma of upper limbs, in prone with 45° of abduction of shoulder and 90° of elbow flexion. After sliding a plate of 2.7 mm, the distances of the radial nerve with respect to the reference points of the approach and distal tip of the plate were recorded in millimetres.

Results: A mean humeral length of 286.6 mm was found. The mean distance from the lateral epicondyle to the radial nerve was 155.1 mm. The mean distance from the tricipital aponeurosis to the radial nerve was 138.9 mm, and from the distal tip of the plate to the radial nerve was 155.6 mm.

Discussion: Plate fixation using minimal invasive technique using a posterior surgical approach may be safe for diaphyseal fractures of the humerus with respect to radial nerve injuries, as long as the plate screws are located outside the range of 128.5 mm to 169.5 mm measured from the tip of the plate. Clinical studies are required to demonstrate the safety of this approach.

Evidence level: IV.

© 2017 Published by Elsevier España, S.L.U. on behalf of Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología.

Introducción

Las fracturas de húmero son, aproximadamente, el 3% de todas las fracturas en adultos y representan una incidencia de 19:10.000 personas al año¹. La mayoría de las fracturas del húmero diafisario consolidan con tratamiento no quirúrgico, pero en casos, como politraumatismo, fracturas patológicas, falta de adecuada reducción, hombro flotante, fracturas bilaterales, lesiones vasculares o nerviosas asociadas, está indicado el tratamiento quirúrgico². Se ha demostrado que las técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas muestran un porcentaje de unión mayor y más temprana que los métodos convencionales, pues respetan el microambiente osteogénico del hematoma fracturario³. Abordajes por mínima invasión de vía anterior usando placas de compresión dinámica por medio de dos incisiones pequeñas y reducción cerrada reportan una consolidación del 100% de los casos en los primeros 3 meses y función similar a la extremidad contralateral no lesionada⁴. El abordaje lateral por mínima invasión es también una opción para el tratamiento de fracturas diafisarias del tercio medio del húmero lateral si bien ha sido reportada en modelos anatómicos⁵. Algunos estudios sobre el abordaje posterior para el húmero diafisario se describen en la bibliografía⁶⁻⁸; también acerca de sus relaciones anatómicas respecto a la anatomía posterior, relacionándola con el abordaje por vía anterior y tratando de establecer una zona de seguridad⁹. Sin embargo, no hay casos en que se describa una clara relación anatómica entre el nervio radial y las incisiones del abordaje posterior y la placa de osteosíntesis. El propósito

de este estudio es describir en 12 brazos de cadáver la relación anatómica del nervio radial tanto con las incisiones del abordaje posterior por mínima invasión como con la punta de la placa, tratando de delimitar una zona de seguridad del nervio radial para este tipo de osteosíntesis.

Materiales y métodos

Se tomaron 6 modelos anatómicos de género masculino, en su mayoría de raza mestiza, teniendo como criterios de exclusión haber presentado traumatismo en los miembros superiores, antecedente de intervención quirúrgica o procedimientos en los miembros superiores, antecedente de malformaciones esqueléticas o enfermedades metabólicas, o pacientes con anatomía alterada por cambios degenerativos. Las características de los modelos se muestran en la [tabla 1](#). Para las mediciones, se posicionaba el modelo en decúbito prono con 90° de abducción de hombro y 90° de flexión de codo, y con agujas de Kirschner de 1,5 mm se marcaban el aspecto más lateral del epicóndilo lateral y el más posterior del proceso posterolateral del acromion. Posteriormente se hacían dos incisiones, una proximal longitudinal de 4 cm desde 12 hasta 16 cm, respecto al aspecto posterolateral del acromion y otra distal longitudinal de 3 cm sobre el aspecto subcutáneo lateral del húmero distal, a 1 cm medial del epicóndilo lateral y teniendo este como referencia el punto central de la incisión. En la primera incisión se identificaba la aponeurosis tricipital y se medían las distancias entre esta y los puntos referenciados por las agujas de Kirschner ([fig. 1](#)). Posteriormente se disecaba entre la cabeza

Tabla 1 Características de los modelos anatómicos

Número/características	Lado	Edad (años)	Modelo	Género	Raza	Peso (kg)	Talla (cm)
1	I	45	1	M	Negra	60	160
2	D	45	1	M	Negra	60	160
3	I	60	2	M	Mestiza	70	165
4	D	60	2	M	Mestiza	70	165
5	I	45	3	M	Mestiza	90	170
6	D	45	3	M	Mestiza	90	170
7	I	38	4	M	Mestiza	65	162
8	D	38	4	M	Mestiza	65	162
9	I	30	5	M	Mestiza	60	160
10	D	30	5	M	Mestiza	60	160
11	I	19	6	M	Mestiza	61	168
12	D	19	6	M	Mestiza	61	168

**Figura 1** Aponeurosis tricipital.

larga y lateral del bíceps hasta identificar el nervio radial, para marcar con tinta su punto central en la diáfisis para medir su distancia a los puntos de referencia: aponeurosis tricipital, punta de la placa, aspecto posterolateral del acromion y epicóndilo lateral. A través de la incisión distal se realizaba una disección subperióstica y se deslizaba una placa extraarticular de húmero distal de 2,7 mm. Las mediciones fueron realizadas de forma individual por cada uno de los tres investigadores, con un pie de rey digital de 20 cm. Se consignaron en milímetros las distancias: del aspecto posterolateral del acromion al epicóndilo lateral para definir la longitud del húmero, del nervio radial en el centro de la diáfisis al aspecto posterolateral del acromion, del nervio radial en el centro de la diáfisis al epicóndilo lateral, del nervio

**Figura 2** Relación del nervio radial y la placa deslizada después de realizar la disección completa.

radial en el centro de la diáfisis a la punta distal de la placa y del nervio radial en el centro de la diáfisis a la aponeurosis tricipital. Por último, se hacía una disección de toda la extremidad para confirmar la relación del nervio radial con la placa ([fig. 2](#)). Las mediciones fueron posteriormente promediadas y se presentan en la [tabla 2](#).

Resultados

En todos los casos en que se deslizó la placa de forma subperióstica, esta se situó por debajo del nervio radial sin lesionarlo. La longitud humeral por término medio fue 288 mm (263-318 mm); del epicóndilo lateral al nervio radial se encontraron 150,1 mm (119,1-166,5 mm); del aspecto posterolateral del acromion al nervio radial había 140,1 mm (118,1-163,8 mm); desde la punta distal de la placa hasta el nervio hubo 155,6 mm (128,5-169,5 mm), la distancia entre la aponeurosis tricipital y el aspecto lateral del acromion fue 162,7 mm (132,6-195,4 mm), entre la aponeurosis tricipital y el epicóndilo lateral hubo 135,5 mm (107-163,9 mm) y desde la aponeurosis tricipital hasta el centro del nervio la distancia fue 23,3 mm (11,1-36,2 mm). En este estudio, la zona de seguridad para el paso de los tornillos a la placa, disminuyendo el riesgo de lesionar el nervio radial, se encuentra entre 118 y 179 mm, aproximadamente, medidos desde la punta distal de la placa y dejando un margen de 10 mm respecto a las mediciones realizadas.

Tabla 2 Mediciones realizadas en los modelos anatómicos (cont.)

Número/medición	LH 1	LH2	LH3	Promedio LH	EA1	EA2	EA3	Promedio EA	AA1	AA2	AA3	Promedio AA	EN1	EN2	EN3	Promedio EN
1	270	280	277	275,6	108,9	109,6	111,2	109,9	180	180	184	181,3	144	143,4	142,6	143,3
2	268	270	263	267	110,7	107	110,9	109,5	148,9	155,7	162	155,5	119,1	123,1	121,3	121,1
3	301	298	298,3	299,1	163,4	163,9	159,7	162,3	151,1	148,2	147,2	148,8	159,6	165,7	161	162,1
4	291	285	291	289	158,8	162,6	159,5	160,3	137,3	134,3	132,6	134,7	162,9	165,2	163,9	164
5	276	278	277,5	277,1	124,9	126,4	123,3	124,9	159,3	158,2	157	158,2	152,4	151,3	151,2	151,6
6	300	298	299	299	131,7	137,2	132	133,6	173,5	177,5	171,5	174,1	155,4	162,6	155,5	157,8
7	292	293,2	288,3	291,1	136,4	131,3	130	132,5	164,7	162,5	166,7	164,6	154,7	150,3	158,9	154,6
8	270,6	272,6	296,8	280	143,6	140,7	139,8	141,4	141,2	143,5	141,7	142,1	164,4	166,5	164,4	165,1
9	299,5	297,5	298,1	298,3	142,2	137,5	136,6	138,7	178,6	178,1	175,9	177,5	157,1	158,3	158,9	158,1
10	299,8	318,8	316,1	311,5	130,9	129,2	131	130,3	195,4	192,1	194,1	193,9	164,4	166,5	164,4	165,1
11	279,3	277,9	277,7	278,3	134,3	138	135,1	135,8	151,6	152,9	151,8	152,1	159,1	158,3	159,2	158,8
12	303,79	299	299,7	300,8	149,2	150,4	140,9	146,8	170,8	168,5	169,1	169,4	161,2	160,8	157	159,7
Promedio	287,5	289	290,2	288,9	136,2	136,1	134,1	135,5	162,7	162,6	162,8	162,7	154,5	156	154,8	155,1

Número/medición	AN1	AN2	AN3	Promedio AN	PN1	PN2	PN3	Promedio PN	PPN1	PPN2	PPN3	Promedio PPN
1	142,7	142,6	143,8	143	35,5	32	36,2	34,6	128,5	129,3	129,2	129
2	142,3	143	143,2	142,8	16,7	17,8	17,3	17,2	145,8	144,2	145,6	145,2
3	148,3	151,9	150,4	150,2	12,4	12,9	11,1	12,1	163	162,4	164,9	163,4
4	134,4	137,3	133,4	135	11,6	13,3	14,6	13,2	164,4	164,5	164,7	164,5
5	133	134,1	131,6	132,9	31,8	35,1	30,9	32,6	157,2	157,3	156	156,8
6	147,1	148,6	143,6	146,4	26,7	28,5	26	27	155,9	155,5	156,4	155,9
7	133,6	134,1	135,1	134,3	34,8	29,8	31,5	32	151,9	140,6	154,7	149
8	120,9	118,1	120,8	119,9	24,6	25,7	26,7	25,7	164,3	164,6	165	164,7
9	157,2	153,8	127,8	146,2	22,9	26,5	21,8	23,7	156,4	165,5	169,5	163,8
10	163,8	162,7	160,8	162,4	24,2	23	21	22,7	154,9	152,4	150,9	152,7
11	127	123,4	123,9	124,7	18,9	24,3	18,3	20,5	162,8	165,2	163,1	163,7
12	142,3	144,9	141,2	142,8	20,4	16,5	18,8	18,5	157,5	161,4	157,2	158,7
Promedio	141	141,2	137,9	140,1	23,4	23,8	22,8	23,3	155,2	155,2	156,4	155,6

AA, distancia del aspecto posterolateral del acromion a la aponeurosis tricipital en milímetros; AN, distancia del aspecto posterolateral del acromion al nervio radial en milímetros; EA, distancia del epicóndilo lateral a la aponeurosis tricipital en milímetros; EN, distancia del epicóndilo lateral al nervio radial en milímetros; LH, longitud humeral en milímetros; PN, distancia de la aponeurosis tricipital al nervio radial en milímetros; PPN, distancia de la punta distal de la placa al nervio radial en milímetros.

El presente artículo se realizó sin financiación de la industria.

Se declara que no hubo conflicto de intereses en la realización del presente artículo.

Discusión

Enfrentarse a fracturas diafisarias de húmero en el tercio distal implica la dificultad de un segmento corto distal para realizar una fijación lo suficientemente rígida que permita una adecuada estabilidad dadas las fuertes fuerzas deformantes que tiene el húmero. La osteosíntesis con placa extraarticular bloqueada permite una mejor fijación distal al tener como alternativa un número de tornillos más alto que las placas convencionales de compresión dinámica o agujeros combinados. En ambos casos hay riesgo de lesión del nervio radial; quienes recomiendan realizar una reducción y una fijación abierta argumentan que se tiene a la vista el nervio radial, lo que permite evitar lesionarlo. Sin embargo, estas técnicas son muy invasivas, implican una manipulación mayor de los tejidos blandos y el foco de fractura se ha relacionado con mayores tasas de retraso en la consolidación e infección del sitio operatorio. En las últimas décadas, la osteosíntesis por mínima invasión ha ido cobrando más importancia, pues está demostrado que menor manipulación del foco de fractura, así como de los tejidos, y el respeto de la biología osteomuscular repercuten en mejores desenlaces en cuanto a tasas de consolidación e infección del sitio operatorio, así como otros resultados importantes para el paciente, como una cicatriz más pequeña. Como aspecto negativo de esta técnica está la menor visualización del nervio radial, lo que podría aumentar el riesgo de lesionarlo, lo que en realidad no contraindica la técnica, pero implica mayor habilidad y conocimiento del cirujano si bien hay artículos que han reportado menor índice de lesión yatrogénica del nervio radial con esta técnica que con la convencional, como el de An et al., en el cual la técnica convencional con abordajes posterior y anterolateral tuvo el 31,3% (5/16) de lesión del nervio radial, mientras que osteosíntesis por mínima invasión vía anterior tuvo el 0% (0/17), con igual desenlace funcional¹⁰. Gallucci et al. describieron también el abordaje por mínima invasión posterior en 22 pacientes con 22 meses de seguimiento, donde reportaron una parálisis transitoria del nervio radial; no describen una referencia de zona segura para poner los tornillos a la placa. En este artículo se describe en modelos anatómicos que la zona más segura para fijar los tornillos a la placa respecto a la lesión del nervio radial se encuentra entre 118 y 179 mm medidos desde la punta distal de la placa; esto se ha descrito en modelos anatómicos con medidas antropométricas locales, pero con la dificultad de haber sido medido solo en hombres cuando las mujeres se ven también afectadas por esta patología y son antropométricamente diferentes. Además, las

extremidades fracturadas tienen variación en su anatomía, en las cuales probablemente las mediciones no puedan compararse. Sin embargo, esta descripción brinda un punto de referencia para la realización de estudios clínicos posteriores, en los cuales se pueda establecer la zona de seguridad en el contexto clínico, haciéndolo más reproducible y aplicable.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Bucholz RW, Court-Brown CM, editores. *Fractures of the shaft of the humerus*, 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2006.
2. Bucholz RW, Court-Brown CM. *Rockwood and green's fractures in adults principles of nonoperative fracture treatment* 2010.
3. Esmailiejah AA, Abbasian MR, Safdari F, Ashoori K. Treatment of humeral shaft fractures: Minimally invasive plate osteosynthesis versus open reduction and internal fixation. *Trauma Mon.* 2015;20, e26271.
4. Zogaib RK, Morgan S, Belangero PS, Fernandes HJ, Belangero WD, Livani B. Minimal invasive osteosíntesis for treatment of diaphyseal transverse humeral shaft fractures. *Acta Ortop Bras.* 2014;22:94–8.
5. Ji F, Tong D, Tang H, Cai X, Zhang Q, Li J, et al. Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) technique applied in the treatment of humeral shaft distal fractures through a lateral approach. *Int Orthop.* 2009;33:543–7.
6. Gallucci G, Boretto J, Vujovich A, Alfie V, Donndorff A, De Carli P. Posterior minimally invasive plate osteosynthesis for humeral shaft fractures. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2014;18:25–30.
7. Voigt C, Illicic E, Goyal KS, Farrell DJ, Van Eck CF, Tarkin IS. Cadaveric investigation on radial nerve strain using different posterior surgical exposures for extraarticular distal humeral ORIF: merits of nerve decompression through a lateral paratricapital exposure. *J Orthop Trauma.* 2015;29:e43–5.
8. Gallucci GL, Boretto JG, Alfie VA, Donndorff A, De Carli P. Posterior minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) of distal third humeral shaft fractures with segmental isolation of the radial nerve. *Chir Main.* 2015;34:221–6.
9. Apivatthakakul T, Patiyasikan S, Luevitonvechkit S. Danger zone for locking screw placement in minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) of humeral shaft fractures: a cadaveric study. *Injury.* 2010;41:169–72.
10. An Z, Zeng B, He X, Chen Q, Hu S. Plating osteosynthesis of mid-distal humeral shaft fractures: minimally invasive versus conventional open reduction technique. *Int Orthop.* 2010;34:131–5.