

Fracturas diafisarias de húmero y parálisis radial

Humeral diaphyseal fractures and radial palsy

Cañada Oya H.¹
Zarzuela Jiménez C.²
Delgado Martínez A.D.¹

¹ Hospital Neurotraumatológico. Complejo Hospitalario de Jaén

² Hospital General Básico de Baza (Granada)

gildier@hotmail.com

Rev. S. And. Traum. y Ort., 2018; 35 (1/4): 17-24

Recepción: 01/03/2017. Aceptación: 07/03/2018

Resumen

La parálisis radial es una complicación tan frecuente como temida en las fracturas diafisarias del húmero. Se produce con una incidencia similar tanto en las fracturas del tercio medio como en las del tercio distal. Tanto la denominada parálisis radial primaria, descrita en el momento del traumatismo, como la secundaria, producida tras un gesto quirúrgico o tratamiento conservador, son motivo de controversia entre los distintos autores a la hora de afrontarla.

La literatura sólo deja claro que las parálisis primarias que se producen tras traumatismos de alta energía y en las fracturas abiertas, son candidatas a la cirugía de revisión temprana del nervio por debajo de las dos semanas, debido a las altas tasas de laceraciones de éste. La decisión a seguir ante las parálisis radiales secundarias es aún más controvertida, aunque se aconseja la revisión nerviosa en las parálisis postmanipulación.

Entre las distintas técnicas quirúrgicas que se usan a día de hoy para la estabilización de estas fracturas, la técnica MIPO, es con diferencia la que menos daña al nervio radial en comparación con la cirugía abierta y el enclavado intramedular.

Palabras clave: parálisis radial, fractura húmero, Mipo.

Abstract

Radial paralysis is a complication as frequent as feared in diaphyseal fractures of the humerus. It occurs with a similar incidence in both the fractures of the middle third and those of the distal third. Therefore, the so-called primary radial paralysis, described at the time of the trauma, as the secondary, produced after a surgical gesture or conservative treatment, are a matter of controversy among the different authors when dealing with it.

The literature only evidence that the primary paralysis that occurs after high energy trauma and in open fractures are candidates for early revision surgery, below two weeks of the nerve due to the high rates of nerve lacerations. The decision to follow in secondary radial paralysis is even more controversial although seems to be consensus in the revision surgery when this occurs post-manipulation.

Among the different surgical techniques used today for the stabilization of these fractures, the MIPO technique is by far the one that less cause radial nerve injury compared to open surgery and intramedullary nailing.

Introducción

Las fracturas del húmero constituyen aproximadamente el 5-8% del total de las fracturas de la extremidades y las diafisarias el 3% de las fracturas de los huesos largos¹.

Su distribución es bimodal, con el primer pico en varones en la década de los 20 y otro más marcado en mujeres de 60 a 80 años.

La causa más común de la fractura diafisaria de húmero es la caída accidental desde propia altura, seguida por el accidente de tráfico, constituyendo éstas el 90% del total. La incidencia aumenta cada año con el envejecimiento poblacional, y se prevé que en 2030 incidan el doble que lo hicieron en 2008.

La parálisis radial (Fig.1), que es el tema que nos aborda, es una de las complicaciones más temidas a la vez que frecuente y condiciona la forma de afrontar este tipo de fracturas a los cirujanos ortopédicos. En esta revisión trataremos de dilucidar los aspectos más importantes que conciernen a esta complicación inherente a estas fracturas por la caprichosa anatomía y recorrido del nervio radial.

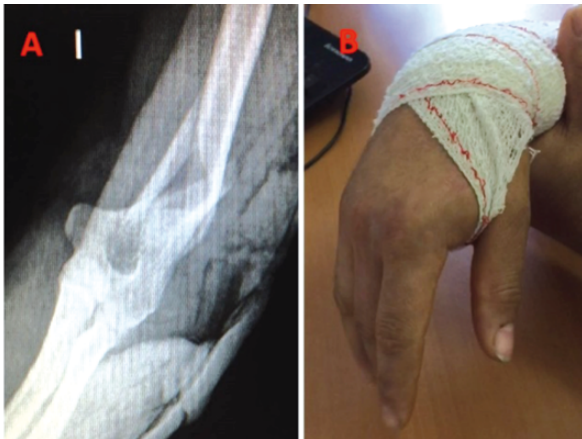


Fig. 1.: A) Fractura de tercio distal de húmero. B) Imagen clínica de parálisis radial primaria tras la fractura.

Incidencia

Se reporta en la literatura una incidencia de parálisis radial que oscila entre el 2% y el 17%², y aunque de forma generalizada se cree está más relacionada con las fracturas del tercio distal de húmero³, numerosos estudios o igualan su incidencia en las fracturas diafisarias del tercio medio como las loca-

lizadas en el tercio distal⁴, o incluso afirman ser más frecuentes en el tercio medio que en el tercio distal⁵.

Tipo de parálisis radial según su instauración

Las parálisis del nervio radial deben de clasificarse en tres grandes grupos según el momento de su aparición:

- A.- Primarias: Son aquellas que aparecen inmediatamente relacionadas con el traumatismo.
- B.- Secundarias: Son aquellas que aparecen inmediatamente después de una reducción cerrada o tras la cirugía.
- C.- Diferidas: Son aquellas que no están relacionadas con el traumatismo, pero que aparecen de forma diferida a lo largo de los días o meses tras un tratamiento conservador o quirúrgico.

Iatrogenia: Abordajes y técnicas

El tratamiento ortopédico no exime del todo la lesión del nervio radial⁶, aunque la mayoría de los autores no presentan tasas de lesión del nervio secundaria tras tratamiento ortopédico^{7,8}.

Tres técnicas son, a día de hoy, las más frecuentemente más usadas para sintetizar las fracturas diafisarias de húmero. La cirugía abierta con placa, el enclavado intramedular y la técnica Mipo de reciente aparición.

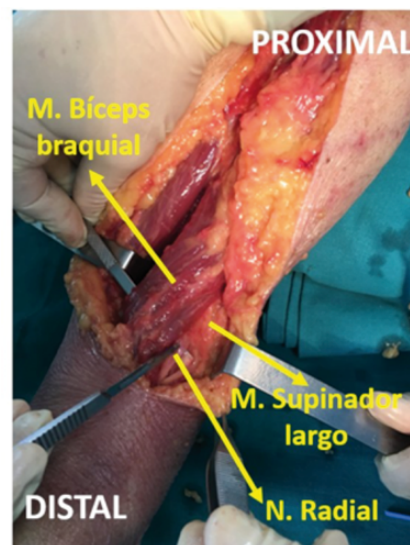


Fig. 2: Abordaje anterolateral húmero. Imagen de espécimen.

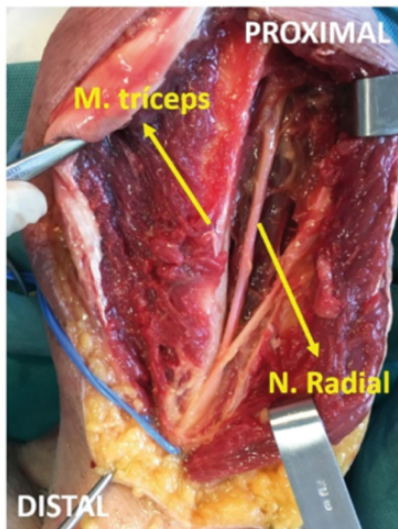


Fig. 3: Abordaje posterior de húmero. Imagen de espécimen.

De estas tres la cirugía abierta con placa es la que más parálisis radial reporta en la literatura, especialmente cuando se usa un abordaje lateral⁹, llegando a provocar parálisis hasta en 1 de cada 5 pacientes, siendo la vía anterolateral (Fig. 2) la menos iatrogénica con solo 1 de cada 25 pacientes, seguida por la vía posterior (Fig. 3) y siendo la vía lateral la más iatrogénica de todas¹⁰.

El enclavado intramedular también reporta tasas de parálisis radial iatrogénica, especialmente asociada a la introducción de los tornillos de bloqueo⁹, pero su incidencia es menor en comparación con la cirugía abierta con placa^{11,12,13}.



Fig. 4: Incisiones proximal y distal de un abordaje MIPO clásico.

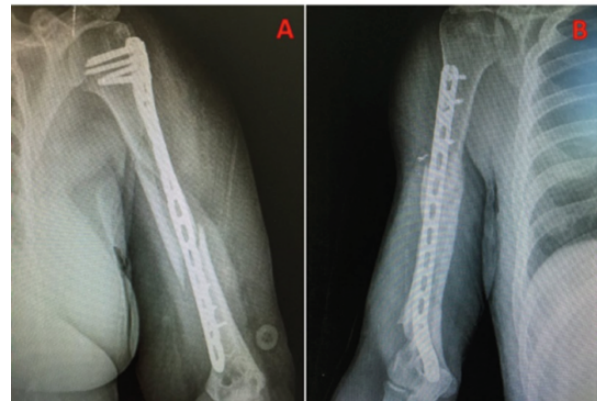


Fig. 5: Imágenes radiológicas de técnicas MIPO en fracturas diafisarias de húmero. A) Placa Philos helicoidal. B) Placa EADHP.

La técnica MIPO para las fracturas diafisarias de húmero (Figs. 4 y 5) preconizada por Livani¹⁴ en 2004 pese a la creencia generalizada de provocar una mayor tasa de lesión radial que las otras técnicas, es la que con diferencia asocia menor tasa de parálisis radial tanto en los estudios realizados por distintos autores^{3,6,15} como en los metaanálisis revisados de la literatura^{16,17,18}.

Parálisis radial primaria, secundaria y diferida. Actitud a seguir

La mayoría de los autores recomienda una actitud conservadora (“esperar y ver”) ante las fracturas de húmero con parálisis radial primaria, ya que tiene tasas muy altas de recuperación espontánea^{19,20,21}. Sonneveld et al.²² revisaron 14 fracturas de húmero con parálisis radial encontrando integridad del mismo en 13 casos. Las tasas de recuperación del nervio que se obtienen cuando se revisa quirúrgicamente, ya sea de forma temprana (antes de dos semanas)^{21,23} o tardía (después de dos semanas)^{24,25} en comparación con una actitud conservadora, son las mismas, lo que hace que se abogue por una actitud expectante. Wawro²⁶ presenta una tasa de recuperación de la parálisis de hasta un 92 % en un estudio de 115 fracturas de húmero y defiende la actitud conservadora, excepto en las fracturas producidas por traumatismos de alta energía. Korompilias²⁷ también aboga por esperar y ver. Solo sugiere la exploración si no se recupera en 16-18 semanas.

Sin embargo, otros autores a pesar de las altas tasas de recuperación de la parálisis, prefieren la ex-

ploración temprana del nervio radial, ya que consiguen una recuperación del 100%, frente al 86% del tratamiento conservador³. Debido a que existe un pequeño porcentaje de lesión permanente del nervio radial o recuperación incompleta del mismo, otros autores abogan por una pronta exploración quirúrgica, por la incertidumbre, morbilidad y necesidad de los pacientes de una pronta incorporación a su trabajo^{28,29}. Siebert³⁰ encontró un 26% de laceraciones del nervio radial en fracturas con parálisis radial primaria. Este autor preconiza por tanto la exploración temprana del nervio y fijación con placa. Esto también es refrendado por Keighley³¹.



Fig. 6: A) y B). Reconstrucción tridimensional de TAC de una fractura de tercio distal de húmero. C) Fractura polifragmentada de tercio distal de húmero. D) Reconstrucción tridimensional de TAC de una fractura compleja de tercio medio y distal de húmero.

La idiosincrasia de las fracturas es importante para algunos autores. Las fracturas localizadas en el

tercio distal del húmero, transversas o conminutas con fragmentos en alas de mariposa son especialmente propensas a presentar neurotmesis (Fig. 6), y por lo tanto deberían ser candidatas a una exploración nerviosa temprana³². Sin embargo las fracturas conminutas asocian tasas menores de parálisis radial de forma estadísticamente significativa en comparación con las transversas o espiroideas³³. Las fracturas irreductibles, la parálisis de nueva aparición o el dolor neurogénico intratable tras reducción y las lesiones vasculares asociadas deben ser sometidas a una revisión quirúrgica de inicio²⁷, al igual que los pacientes politraumatizados³⁴.

Tras la diversidad encontrada en los distintos autores intentamos llegar a alguna conclusión tras analizar los tres metaanálisis más importantes que hemos encontrado en la literatura. Shao YC et al³³. reportan una tasa de recuperación completa en el 70.7% de los casos tratados ortopédicamente y afirma no haber diferencias estadísticamente significativas con aquellos que fueron revisados de forma temprana y que por lo tanto la cirugía temprana de revisión es innecesaria.

En 2012, Liu GY³⁵, realiza una revisión sistemática y metaanálisis de 9 estudios donde concluye que no hay diferencia entre una exploración temprana del nervio radial y la actitud expectante. Posteriormente en 2013, Li Y³⁶, en una revisión sistemática más amplia de 30 estudios, corrobora los hallazgos de Liu GY³⁵ y Shao YC³³, es decir, la mayoría de los estudios abogan por una actitud expectante ante la parálisis y no encuentra diferencias estadísticamente significativas entre una exploración temprana o diferida del nervio, y el tratamiento conservador. Sin embargo, sí recomienda la exploración nerviosa en las fracturas abiertas y aquellas producidas por alta energía.

En resumen, y aunque hay falta de consenso, no es necesaria la exploración temprana del nervio radial en las parálisis primarias de fracturas de baja energía (Li Y, Liu G) y se acepta la revisión sistemática de las mismas por debajo de las dos primeras semanas en los siguientes casos:

- 1.- Fracturas producidas por alta energía^{2,36,26}.
- 2.- Fracturas abiertas^{36,37}.

Las parálisis secundarias deben ser revisadas cuando son postmanipulación²⁷. Schawb et al¹¹. Mostraron un 6% (9 de 151) de pacientes que presentaron una parálisis radial secundaria. En el 78% (7 de 9), la parálisis nerviosa se produjo tras la ci-

rugía de osteosíntesis con placa. En un 11% (1 de 9) tras enclavado intramedular y en otro 11% (1 de 9) tras una estabilización temporal con fijador externo. En 44% (4 de 9) de estos pacientes con parálisis radial secundaria, el nervio radial fue expuesto y revisado en el momento de la cirugía. Se observó que estaba intacto y por lo tanto no fue revisado a pesar de presentar una parálisis postoperatoria. Todos ellos se recuperaron completamente. En el 56% restante donde el nervio radial no fue revisado en la primera cirugía y presentaron parálisis radial, si que fue revisado, encontrándose una causa macroscópica que justificaba su lesión secundaria. Tres de ellos se recuperaron completamente y sólo uno de ellos presentó una mínima recuperación. Concluye así que la revisión de las parálisis secundarias debe ser realizada sólo cuando el nervio radial no fue explorado en la primera cirugía.

Las parálisis diferidas ha sido descrita tras tratamiento ortopédico^{36,38}, especialmente en los estudios de Denard et al⁶. registrando en un estudio retrospectivo con 213 pacientes, una incidencia de lesión N. Radial de 9.5% con tratamiento ortopédico frente a un 2.7% en tratamiento quirúrgico. En otros estu-

dios se observó que el nervio estaba englobado en el callo óseo tras la cirugía^{39,15} y atrapado entre la fractura³⁷ o el septum intermuscular externo³⁸. Este tipo de parálisis radial aunque es rara, debe ser enfocada en forma de revisión quirúrgica del nervio radial.

Conclusiones

La incidencia de parálisis radial es tan frecuente en el tercio medio del húmero como en el tercio distal aunque en este tercio la neurotmesis (sección completa del nervio) es más frecuente.

Las fracturas producidas por baja energía que la asocian no son candidatas a la cirugía de revisión temprana quedando ésta relegada a las fracturas por alta energía y las fracturas abiertas.

La parálisis radial secundaria se produce también en el tratamiento conservador aunque es la cirugía abierta con placa y abordaje lateral del húmero la que más iatrogenia produce. En contra del pensamiento generalizado, la técnica MIPO es con diferencia la que más protege al nervio radial durante la cirugía.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés relacionado directa o indirectamente con el contenido del artículo.

Bibliografía

1. Ekholm R, Adami J, Tidermark J, Hansson K, Törnkvist H, Ponzer S. Fractures of the shaft of the humerus. An epidemiological study of 401 fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 2006 Nov;88(11):1469–1473. PMID: 17075092 <https://doi.org/10.1302/0301-620X.88B11.17634> <https://online.boneandjoint.org.uk/doi/full/10.1302/0301-620X.88B11.17634>
2. Venouziou AI, Dailiana ZH, Varitimidis SE, Hantes ME, Gougoulas NE, Malizos KN. Radial nerve palsy associated with humeral shaft fracture. Is the energy of trauma a prognostic factor? *Injury.* 2011 Nov;42(11):1289–1293. PMID: 21353219 <https://doi.org/10.1016/j.injury.2011.01.020> <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21353219>
3. Postacchini F, Morace GB. Fractures of the humerus associated with paralysis of the radial nerve. *Ital J Orthop Traumatol.* 1988 Dec;14(4):455–464. PMID: 3267680 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3267680>
4. Shah JJ, Bhatti NA. Radial nerve paralysis associated with fractures of the humerus. A review of 62 cases. *Clin Orthop.* 1983 Feb;(172):171–176. PMID: 6821988 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6821988>
5. Grass G, Kabir K, Ohse J, Rangger C, Besch L, Mathiak G. Primary Exploration of Radial Nerve is Not Required for Radial Nerve Palsy while Treating Humerus Shaft Fractures with Unreamed Humerus Nails (UHN). *Open Orthop J.* 2011;5:319–323. PMID: PMC317093 <https://doi.org/10.2174/1874325001105010319> <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3170935/#!po=2.50000>
6. Denard A, Richards JE, Obremskey WT, Tucker MC, Floyd M, Herzog GA. Outcome of nonoperative vs operative treatment of humeral shaft fractures: a retrospective study of 213 patients. *Orthopedics.* 2010 Aug 11;33(8). PMID: 20704103 <https://doi.org/10.3928/01477447-20100625-16> <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20704103>
7. Pehlivan O. Functional treatment of the distal third humeral shaft fractures. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2002 Sep;122(7):390–395. PMID: 12228799 <https://doi.org/10.1007/s00402-002-0403-x> <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12228799>
8. Westrick E, Hamilton B, Toogood P, Henley B, Firoozabadi R. Humeral shaft fractures: results of operative and non-operative treatment. *Int Orthop.* 2017;41(2):385–395. PMID: 27150488 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27150488>
9. Reichert P, Wnukiewicz W, Witkowski J, Bocheńska A, Mizia S, Gosk J, Zimmer K. Causes of Secondary Radial Nerve Palsy and Results of Treatment. *Med Sci Monit Int Med J Exp Clin Res.* 2016 Feb 19;22:554–562. PMID: PMC4762296 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4762296/>
10. Claessen FMAP, Peters RM, Verbeek DO, Helfet DL, Ring D. Factors associated with radial nerve palsy after operative treatment of diaphyseal humeral shaft fractures. *J Shoulder Elbow Surg.* 2015 Nov;24(11):e307-311. PMID: 26341025 <https://doi.org/10.1016/j.jse.2015.07.012> [https://www.jshoulderelbow.org/article/S1058-2746\(15\)00386-9/fulltext](https://www.jshoulderelbow.org/article/S1058-2746(15)00386-9/fulltext)
11. Schwab TR, Stillhard PF, Schibli S, Furrer M, Sommer C. Radial nerve palsy in humeral shaft fractures with internal fixation: analysis of management and outcome. *Eur J Trauma Emerg Surg Off Publ Eur Trauma Soc.* 2018 Apr;44(2):235–243. PMID: PMC5884898 <https://doi.org/10.1007/s00068-017-0775-9> <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5884898/>
12. Radulescu R, Badila A, Nutiu O, Japie I, Terinte S, Radulescu D, Manolescu R. Osteosynthesis in fractures of the distal third of humeral diaphysis. *Maedica.* 2014 Mar;9(1):44–48. PMID: PMC4268290 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4268290/>
13. Huerta Lazcarro J, Luna Pizarro D. [A comparison of the prevalence of radial nerve lesion after fixation of humeral shaft fractures with dynamic compression plate versus intramedullary nailing]. *Acta Ortop Mex.* 2008 Oct;22(5):287–291. PMID: 19227933 <http://www.medigraphic.com/pdfs/ortope/or-2008/or085c.pdf>
14. Livani B, Belangero WD. Bridging plate osteosynthesis of humeral shaft fractures. *Injury.* 2004 Jun;35(6):587–595. PMID: 15135278 <https://doi.org/10.1016/j.injury.2003.12.003> <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15135278>
15. Ueda N, Susuki K, Tanigawa A, Kuroiwa Y, Obayashi O. [Delayed radial nerve palsy following a humeral shaft fracture]. *Rinsho Shinkeigaku.* 2001 Jun;41(6):322–324. PMID: 11771164 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11771164>
16. Yu B-F, Liu L, Yang G-J, Zhang L, Lin X-P. Comparison of minimally invasive plate osteosynthesis and conventional plate osteosynthesis for humeral shaft fracture: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 2016 Sep;95(39):e4955. PMID: PMC5265932 <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000004955>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5265932/>

17. Zhang Q, Sun N, Huang Q, Zhu S, Wu X. Minimally Invasive Plating Osteosynthesis in the Treatment of Humeral Shaft Fractures: A Meta-Analysis. *J Investig Surg Off J Acad Surg Res*. 2017 Apr;30(2):133–142. PMID: 27612003

<https://doi.org/10.1080/08941939.2016.1215581>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27612003>

18. Hu X, Xu S, Lu H, Chen B, Zhou X, He X, Dai J, Zhang Z, Gong S. Minimally invasive plate osteosynthesis vs conventional fixation techniques for surgically treated humeral shaft fractures: a meta-analysis. *J Orthop Surg*. 2016 May 11;11(1):59. PMID: PMC4864922

<https://doi.org/10.1186/s13018-016-0394-x>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4864922/>

19. Boehler L. [AGAINST THE OPERATIVE TREATMENT OF FRESH HUMERAL SHAFT FRACTURES]. *Langenbecks Arch Klin Chir Ver Mit Dtsch Z Chir*. 1964 Nov 17;308:465–475. PMID: 14347718

20. Ogawa K, Yoshida A. Throwing fracture of the humeral shaft. An analysis of 90 patients. *Am J Sports Med*. 1998 Apr;26(2):242–246. PMID: 9548118

<https://doi.org/10.1177/03635465980260021401>

http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/03635465980260021401?url_ver=Z39.88-2003&rft_id=ori:rid:crossref.org&rft_dat=cr_pub%3dpubmed

21. Larsen LB, Barfred T. Radial nerve palsy after simple fracture of the humerus. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg*. 2000 Dec;34(4):363–366. PMID: 11195875

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11195875>

22. Sonneveld GJ, Patka P, van Mourik JC, Broere G. Treatment of fractures of the shaft of the humerus accompanied by paralysis of the radial nerve. *Injury*. 1987 Nov;18(6):404–406. PMID: 3508894

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Treatment+of+fractures+of+the+shaft+of+the+humerus+accompanied+by+paralysis+of+the+radial+nerve>

23. Dameron TB, Grubb SA. Humeral shaft fractures in adults. *South Med J*. 1981 Dec;74(12):1461–1467. PMID: 7313737

[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=\(Humeral%20shaft%20fractures%20in%20adults%5BTitle%5D\)%20AND%20Dameron%20TB%5BAuthor%5D](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=(Humeral%20shaft%20fractures%20in%20adults%5BTitle%5D)%20AND%20Dameron%20TB%5BAuthor%5D)

24. Shaw JL, Sakellarides H. Radial-nerve paralysis associated with fractures of the humerus. A review of for-

ty-five cases. *J Bone Joint Surg Am*. 1967 Jul;49(5):899–902. PMID: 6029259

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Radial-nerve+paralysis+associated+with+fractures+of+the+humerus.+A+review+of+forty-five+cases> https://journals.lww.com/jbjsjournal/Citation/1967/49050/Radial_Nerve_Paralysis_Associated_with_Fractures.6.aspx

25. Böstman O, Bakalim G, Vainionpää S, Wilppula E, Päätiälä H, Rokkanen P. Immediate radial nerve palsy complicating fracture of the shaft of the humerus: when is early exploration justified? *Injury*. 1985 Jul;16(7):499–502. PMID: 4030084

[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Immediate+radial+nerve+palsy+complicating+fracture+of+the+shaft+of+the+humerus%3A+when+is+early+exploration+justified%3F+Injury.+1985+Jul%3B16\(7\)%3A499-502](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Immediate+radial+nerve+palsy+complicating+fracture+of+the+shaft+of+the+humerus%3A+when+is+early+exploration+justified%3F+Injury.+1985+Jul%3B16(7)%3A499-502)

26. Wawro W, Brehme K, Otto W. Radialislähmung bei Oberarmschaftfrakturen. *Trauma Berufskrankh*. 2002 Apr 1;4(1):S51–S54.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s100390000325>

27. Korompilias AV, Lykissas MG, Kostas-Agnantis IP, Vekris MD, Soucacos PN, Beris AE. Approach to radial nerve palsy caused by humerus shaft fracture: is primary exploration necessary? *Injury*. 2013 Mar;44(3):323–326. PMID: 23352153

<https://doi.org/10.1016/j.injury.2013.01.004> <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Approach+to+radial+nerve+palsy+caused+by+humerus+shaft+fracture%3A+is+primary+exploration+necessary%3F>

28. Brug E, Joist A, Meffert R. [Postoperative radial paralysis. Fate or negligence, conservative wait or revision?]. *Unfallchirurg*. 2002 Jan;105(1):82–85. PMID: 11968565

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11968565>

29. Brug E, Westphal T, Schäfers G. [Differential treatment of diaphyseal humerus fractures]. *Unfallchirurg*. 1994 Dec;97(12):633–638. PMID: 7855608

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7855608>

30. Siebert CH, Heinz BC, Höfler HR, Hansis M. [Plate osteosynthesis management of humerus shaft fractures]. *Unfallchirurg*. 1996 Feb;99(2):106–111. PMID: 8881225

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8881225>

31. Keighley G, Hermans D, Lawton V, Duckworth D. Radial nerve palsy in mid/distal humeral fractures: is early exploration effective? *ANZ J Surg*. 2018 Mar;88(3):228–231. PMID: 29266635

<https://doi.org/10.1111/ans.14259>

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ans.14259>

32. Han SH, Hong IT, Lee HJ, Lee SJ, Kim U, Kim DW. Primary exploration for radial nerve palsy associated with unstable closed humeral shaft fracture. *Ulus Travma Ve Acil Cerrahi Derg Turk J Trauma Emerg Surg TJTES*. 2017 Sep;23(5):405–409. PMID: 29052827 https://www.journalagent.com/travma/pdfs/UTD_23_5_405_409.pdf

33. Shao YC, Harwood P, Grotz MRW, Limb D, Giannoudis PV. Radial nerve palsy associated with fractures of the shaft of the humerus: a systematic review. *J Bone Joint Surg Br*. 2005 Dec;87(12):1647–1652. PMID: 16326879 <https://doi.org/10.1302/0301-620X.87B12.16132> <https://online.boneandjoint.org.uk/doi/pdf/10.1302/0301-620X.87B12.16132>

34. Chang G, Ilyas AM. Radial Nerve Palsy After Humeral Shaft Fractures: The Case for Early Exploration and a New Classification to Guide Treatment and Prognosis. *Hand Clin*. 2018;34(1):105–112. PMID: 29169591 <https://doi.org/10.1016/j.hcl.2017.09.011> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S074907121730121X?via%3Dihub>

35. Liu G, Zhang C, Wu H. Comparison of initial nonoperative and operative management of radial nerve palsy associated with acute humeral shaft fractures. *Orthopedics*. 2012 Aug 1;35(8):702–708. PMID: 22868596 <https://doi.org/10.3928/01477447-20120725-10> [https://www.healio.com/orthopedics/journals/ortho/2012-8-35-8/%7Bc446c72a-0389-466c-8222-](https://www.healio.com/orthopedics/journals/ortho/2012-8-35-8/%7Bc446c72a-0389-466c-8222-60f652e11c1a%7D/comparison-of-initial-nonoperative-and-operative-management-of-radial-nerve-palsy-associated-with-acute-humeral-shaft-fractures)

[60f652e11c1a%7D/comparison-of-initial-nonoperative-and-operative-management-of-radial-nerve-palsy-associated-with-acute-humeral-shaft-fractures](https://www.healio.com/orthopedics/journals/ortho/2012-8-35-8/%7Bc446c72a-0389-466c-8222-60f652e11c1a%7D/comparison-of-initial-nonoperative-and-operative-management-of-radial-nerve-palsy-associated-with-acute-humeral-shaft-fractures)

36. Li Y, Ning G, Wu Q, Wu Q, Li Y, Feng S. Review of literature of radial nerve injuries associated with humeral fractures-an integrated management strategy. *PloS One*. 2013;8(11):e78576. PMID: PMC3826746 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0078576> <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3826746/>

37. Abdelgawad AA, Wassef A, Ebraheim NA. Late-onset radial nerve palsy associated with conservatively managed humeral fracture. A case report and suggested classification system. *HSS J Musculoskelet J Hosp Spec Surg*. 2010 Feb;6(1):49–51. PMID: PMC2821483 <https://doi.org/10.1007/s11420-009-9137-4> <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2821483/>

38. Chesser TJ, Leslie IJ. Radial nerve entrapment by the lateral intermuscular septum after trauma. *J Orthop Trauma*. 2000 Jan;14(1):65–66. PMID: 10630806 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10630806>

39. Edwards P, Kurth L. Postoperative radial nerve paralysis caused by fracture callus. *J Orthop Trauma*. 1992;6(2):234–236. PMID: 1602344 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1602344>