

## Fundamentos de tratamiento en las fracturas de la diáfisis humeral con y sin lesiones del nervio radial

Marcos V Masson\*

### RESUMEN

Las fracturas de la diáfisis humeral comprenden 3-5% de todas las fracturas esqueléticas,<sup>1-3</sup> se localizan más comúnmente en el tercio medio de la diáfisis y tienen una distribución bimodal afectando primordialmente a los hombres jóvenes y a las mujeres mayores.<sup>1,4</sup> El rango de edad en el grupo joven es de 35 años, predomina el sexo masculino (83%)<sup>1,4</sup> y ocurren posterior a un trauma de alto impacto, incluyendo los accidentes automovilísticos (51.6%), accidentes de motocicleta (9.9%), caída de altura, lesiones por aplastamiento directo, proyectil de arma de fuego y aquellas en las que existe el trauma múltiple.<sup>1,4,5</sup> En el grupo mayor ocurre primordialmente en mujeres de la sexta década de la vida, secundario a lesiones de bajo impacto, generalmente como resultado de una caída del plano de sustentación. Las lesiones de nervio radial asociadas a las fracturas de la diáfisis humeral ocurren aproximadamente en 11% de los casos (rango 2-17%).<sup>1</sup> En una serie de 5,777 pacientes con lesiones múltiples en un centro de concentración de trauma, las fracturas diafisiarias de húmero fueron asociadas a lesiones de nervio radial en 9.5% de los casos, nervio cubital en 3.8%

### SUMMARY

*The humeral shaft fractures comprehend 3 to 5% of all the skeleton fractures, and are most commonly located on the diaphysis medial third and have a bimodal distribution which affects mainly young men and older women. The age range in the younger group is of 35, the masculine gender predominates (83%) and occurs after a high impact trauma including car accidents (51.6%), motorcycle accidents (9.9%), height free falls, direct impact wounds, firearm wounds, and those on which multiple trauma occurs. Within the largest group it happens primarily to women in their sixth decade of life, secondary to low impact wounds, generally as a result of a ground-level falls. The ulnar nerve wounds associated with the humeral diaphysis fractures occur approximately in 11% of the cases (ranging from 2-17%). In a series of 5,777 patients with multiple wounds in a trauma concentration center, the humeral diaphysis fractures were associated to radial nerve wounds in 9.5% of the cases, ulnar nerve in 3.8% and medium nerve in 1.4%. Most of the humeral diaphysis fractures are treated and closed without surgical need with excellent results documented in many stud-*

\* Cirujano Ortopedista, Especialista en mano y miembro torácico. Director, Reconstructive Orthopaedic Center Houston. Director y Fundador Reconstructive Orthopaedic Center Houston. UTHSC Hand and Upper Extremity Fellowship, 1996-present. UTHSC Hand and Microvascular Research Fellowship, 1995-present. Profesor Asistente University of Texas Medical School, Department of Orthopaedic Surgery, 1993-present. Director y fundador UTHSC Hand and Upper Extremity Fellowship, 1996-present. UTHSC Hand and Microvascular Research Fellowship, 1995-present.

UTHSC = University of Texas Health Science Center.

Dirección para correspondencia:

Dr. Marcos V Masson.

4126 SW Freeway Houston, TX 77027, USA.

Correo electrónico: mvmasson@hotmail.com

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medicgraphic.com/orthotips>

y nervio mediano en 1.4%.<sup>4</sup> La mayoría de las fracturas diafisiarias del húmero son cerradas y son tratadas sin cirugía con resultados excepcionales reportados en muchos estudios.<sup>3,4,6,7</sup> El tratamiento quirúrgico de las fracturas diafisiarias humerales encierra indicaciones absolutas y relativas. Dentro de las indicaciones absolutas se incluyen las lesiones arteriales, las fracturas expuestas y el codo flotante.<sup>3</sup> Las indicaciones relativas para el tratamiento quirúrgico de las fracturas diafisiarias humerales deben de tomar en cuenta la historia natural del tratamiento no-quirúrgico y quirúrgico en los términos del pronóstico final y la morbilidad asociada con ambos tratamientos. Este artículo intenta formular un manejo racional en el tratamiento de las fracturas de la diáfisis humeral con y sin lesiones de nervio radial considerando el conocimiento actual de las ciencias básicas, la personalidad de la fractura, y los factores del paciente y del cirujano.

**Palabras clave:** Fracturas, húmero, diáfisis, nervio, radial, cubital.

*ies. The surgical treatment of humeral diaphysis fractures enclose absolute and relative indications. Within the absolute indications are the arterial injuries, open fractures, and float elbow. The relative indications for the surgical treatment of the humeral diaphysis fractures have to consider the natural history of the non-surgical and surgical treatment in the terms of the final forecast and associated morbility with both treatments. This article intends to form a rational handling in the treatment of the humeral diaphysis fractures with and without radial nerve injuries considering the actual knowledge of the basic sciences, the personality of the fracture, and the patient and surgeon factors.*

**Key words:** Fractures, humerus, diaphysis, nerve, radial, ulnar.

## ANATOMÍA DE LA DIÁFISIS HUMERAL, MECANISMO DE LESIÓN Y SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN PERTINENTES

El húmero es el segundo hueso más grande del esqueleto. La diáfisis humeral se limita proximalmente por el borde superior de la inserción del músculo pectoral mayor y el borde inferior está justamente proximal a la cresta supracondílea y la fosa del olecranon. Los tabiques intermusculares lateral y medial dividen al húmero en los compartimentos anterior y posterior. El nervio radial emerge del cordón posterior del plexo braquial quien recibe contribuciones de todas las raíces cervicales (C5-T1). El cordón posterior viaja en la pared posterior de la axila por detrás de la arteria axilar y anterior a los músculos del subescapular, dorsal ancho y redondo mayor y entra después al espacio triangular que está limitado por el redondo mayor (superiormente), la porción larga del tríceps (medial) y el vasto externo del tríceps (lateral), mientras se desplaza sobre el origen del vasto medial del tríceps en dirección a la escotadura espiral pero no en contacto con la misma como se pensaba anteriormente.<sup>8</sup> En el tercio distal del húmero, el nervio radial perfora el tabique intermuscular lateral, y es aquí donde el nervio radial se encuentra cerca del hueso del húmero y, en consecuencia, corre el riesgo de lesiones por el contacto óseo y por la sujeción que imparte el tabique intermuscular en caso de que se produzca una fractura, según lo descrito por Holstein y Lewis.<sup>2,3,8,9</sup>

## MECANISMOS DE LESIÓN

El mecanismo de lesión por una fractura de la diáfisis humeral es el resultado de fuerzas ya sea directas o indirectas. Las fuerzas indirectas son una fuerza de flexión que crea una fractura de la diáfisis humeral transversa, una fuerza de torsión que causa una fractura en espiral o una combinación de estas dos fuerzas que resulta en una fractura oblicua, con o sin un fragmento en alas de mariposa.<sup>3,7</sup> La distribución bimodal de las fracturas de la diáfisis humeral está directamente relacionada tanto a las fuerzas directas e indirectas y la magnitud de estas fuerzas. En la población joven, la mayoría de los pacientes son hombres que sufren lesiones de alto impacto y con frecuencia se presentan con una lesión asociada del nervio radial, fracturas expuestas, los codos flotantes, politrauma, o casi amputaciones del brazo por accidentes de motocicleta, accidentes de vehículos de motor, heridas por proyectil de arma de fuego o lesiones por aplastamiento directo. El segundo grupo comprende lesiones por impacto de menor magnitud, afectando principalmente a mujeres mayores que se caen de su propio plano de sustentación teniendo como resultado fracturas simples cerradas sin una lesión del nervio radial asociada.

## CLASIFICACIONES DE LAS FRACTURAS Y LESIONES NERVIOSAS

Los sistemas de clasificación sirven para documentar y comunicar la gravedad de la lesión y, subsecuentemente, correlacionan la gravedad de las lesiones con nuestras decisiones sobre el tratamiento y los resultados funcionales finales. Un sistema de clasificación preciso y útil permite el ajuste de las opciones de tratamiento futuras sobre la base de nuestros resultados y también sirve como indicador pronóstico ayudando al cirujano y al paciente en la toma de decisiones sobre un plan de tratamiento particular. Para ayudar a nuestras decisiones de tratamiento, revisaremos las clasificaciones pertinentes de las fracturas y lesiones de nervio.

## CLASIFICACIÓN DE LAS FRACTURAS

Las fracturas de la diáfisis humeral se clasifican según la localización (proximal, tercio medio y distal), morfología de la fractura (transversales, oblicuas o una fractura en espiral), la angulación, el desplazamiento, la comminución, o si la fractura es expuesta o cerrada. La Clasificación de Gustillo Anderson define a las fracturas abiertas como Grado I (fractura abierta, herida limpia, < 1 cm de la herida,), Grado II (fractura abierta, > 1 cm, sin daño extenso de tejidos blandos, colgajos o avulsiones) y Grado III (fractura abierta con extensa laceración, daño o pérdida de tejidos blandos, fractura segmentaria abierta, las lesiones de granja, las fracturas que requieren reparación vascular, y las fracturas expuestas durante 8 horas antes del tratamiento). Las fracturas de tipo III, a su vez, se subdividen en IIIA si hay daños de tejidos blandos, pero la cobertura perióstica adecuada, la IIIB carece de cobertura perióstica y IIIC requiere una reparación arterial, independientemente de la lesión de tejidos blandos.<sup>10</sup>

El sistema de clasificación AO divide las fracturas del húmero en tipo A (fracturas simples 63,3%), tipo B (en cuña o fracturas en alas de mariposa), y el tipo C (fracturas conminutas complejas con desplazamiento mayor de los fragmentos). Estos tres tipos se clasifican en subcategorías diferenciadas por la magnitud de la conminución. También se han utilizado epónimos para describir ciertas fracturas y la combinación de una fractura extra-articular espiral del tercio distal asociada a una lesión del nervio radial, conocida como una fractura de Holstein-Lewis, que constituye 7.5% de todas las fracturas de la diáfisis humeral.<sup>11</sup>

#### CLASIFICACIÓN DE LA LESIÓN NERVIOSA

Las lesiones primarias de nervio se definen como aquellas lesiones del nervio descubiertas en el momento de la presentación inicial de los pacientes. Las lesiones nerviosas secundarias son las que ocurren durante el tratamiento (iatrogénicas) o se producen como consecuencia del callo de fractura o de la cicatriz que comprime el nervio durante el proceso de curación. Las lesiones nerviosas han sido clasificadas por Seddon en tres tipos. El tipo uno es una lesión leve y transitoria que no implica la pérdida de la continuidad del nervio, y se cree que es secundaria a un bloqueo local de la conducción nerviosa inducida por acción iónica en el sitio de la lesión y se llama neuropaxia. La axonotmesis se da posterior a una interrupción total del axón del nervio y de la mielina que rodea al mismo tiempo de que las estructuras mesenquimales incluyendo el perineuro y se conserva el epineuro. La neurotmesis es una ruptura completa del nervio resultando en la pérdida completa de funciones y no se recuperará sin una intervención quirúrgica. El sistema de clasificación de Sunderland divide la lesión del nervio en cinco tipos. Tipo I y tipo II es equivalente a los de tipos I y II de Seddon. Sunderland tipo III implica la interrupción del axón, junto con una lesión parcial del endoneuro. El tipo IV tiene todas las porciones del nervio interrumpido incluyendo el endoneuro y perineuro pero el epineuro se conserva. El tipo V tiene la separación completa del nervio. La recuperación de los tipos IV y V no es posible sin cirugía.<sup>12</sup>

#### ESTUDIOS DE ELECTRODIAGNÓSTICO: EMG/NEUROCONDUCCIÓN Y LOS POTENCIALES EVOCADOS SOMATOSENSORIALES

Una electromiografía (EMG)/Neuroconducción Nerviosa (NC) no puede distinguir entre una lesión de nervio radial tipo Sunderland II, III, o IV que no se haya recuperado clínicamente cuando sólo se han detectado potenciales de fibrilación, ondas agudas positivas y potenciales de acción monofásicos de corta duración y, de hecho, no detecta la recuperación mucho antes que un buen examen físico.<sup>3</sup> Sin embargo, estos resultados plantean la posibilidad de un potencial daño significativo del nervio radial, que requiere una observación continua y posiblemente la exploración si la recuperación no se ve en la repetición del estudio. Los estudios de electro-diagnóstico deben de realizarse no antes de 3 semanas posteriores a la lesión y se recomienda la realización de los estudios además a las 6 semanas

después de la lesión con la repetición del estudio realizado a las 12 semanas, si no hay cambio clínico que sugiera recuperación de la parálisis del nervio radial.<sup>2-4</sup> La primera EMG/NC realizada por lo tanto, proporciona una base para futuras comparaciones, y determina la gravedad de las posibles lesiones y NO determina si el nervio se encuentra seccionado en el escenario agudo o subagudo.

Debido a las limitaciones de la EMG/NC en la diferenciación de las lesiones tipo Sunderland II, III y IV en los casos agudos de las lesiones de alto impacto y en las lesiones subagudas (3-6 meses después de la lesión) con una parálisis del nervio radial persistente, la exploración debe ir acompañada de Potenciales Evocados Somatosensoriales (PES) con un neurofisiólogo experto en electrodiagnóstico. Por lo tanto, en caso de que se descubra un tubo neural intacto, en presencia de una parálisis del nervio radial, el tratamiento adecuado en base a una reparación nerviosa o el manejo expectante se puede llevar a cabo con mayor precisión.<sup>4,5</sup> La presencia de potenciales de acción del nervio durante el registro intraoperatorio es una indicación de que la recuperación funcional del nervio se producirá y que la disección intraneuronal debe limitarse.<sup>4</sup>

#### EVALUACIÓN CLÍNICA

Los pacientes con fracturas de la diáfisis humeral se presentan con dolor, equimosis, inflamación y deformidad cuando existe un desplazamiento significativo de la fractura. Se debe de realizar un examen neurovascular completo que incluya el hombro y el codo. La gravedad de la inflamación de los tejidos blandos y el dolor pueden indicar un Síndrome Compartamental con una lesión vascular asociada. Deben de monitorearse las presiones del compartimento, especialmente si la inflamación es importante. En un Síndrome Compartamental, el miembro tiene una sensación fría, está pálido, y no se ha alivio el dolor con analgésicos. Se debe evaluar la función motora y sensitiva de los nervios radial, mediano y cubital. Una lesión del nervio radial, demuestra falta de extensión de muñeca y las articulaciones metacarpo-falángicas. Cuando se monitorea el retorno de la función del nervio radial, la maniobra de Tinel es de gran ayuda, sobre todo si tenemos un Tinel que se desplaza. Cuando se prueba la extensión de muñeca en presencia de una lesión del nervio radial, es mejor poner el antebrazo en rotación neutra para eliminar el efecto de la gravedad y así valorar cualquier efecto de extensión de la muñeca o una contracción, lo que indica que el grado II / V de la función motora está presente. Cuando vuelve la extensión de la muñeca por reinervación del extensor común de los dedos, la muñeca va a adoptar la posición en desviación radial debido a la falta de la función estabilizadora del extensor cubital del carpo ya que el nervio interóseo posterior aún no ha regresado. La desviación cubital de la muñeca, pulgar y extensión del pulgar y las articulaciones metacarpo-falángicas de los dedos se produce cuando vuelve el funcionamiento del nervio interóseo posterior.

Los pacientes con fracturas expuestas deben de tratarse inmediatamente con antibióticos y debe de confirmarse el estado de profilaxis contra el Tétanos (debe de estar al corriente al menos en los últimos 5 años en el caso de una

herida contaminada y 10 años en una herida limpia). Asimismo, debe de prepararse al paciente para ir a la sala de operaciones con carácter urgente, sobre todo si está presente una lesión vascular.

#### FACTORES DETERMINANTES EN LA TOMA DE DECISIONES

La decisión de cómo manejar las fracturas diafisiarias del húmero depende de nuestra comprensión actual de los conocimientos científicos básicos, los factores del paciente, las características de la fractura, y la experiencia del cirujano. Vamos a discutir cada uno por separado y luego presentar cuatro situaciones clínicas donde estos factores pueden ayudar a la toma de decisiones.

**Conocimiento de las ciencias básicas:** la consolidación de las fracturas es en gran parte dependiente de la calidad ósea y si existe una fractura patológica, lesión vascular, arrancamiento del periostio, o daños significativos a la envoltura de tejido blando. La clasificación de Gustilo y Anderson ha demostrado que la tasa de complicaciones aumenta a medida que se pasa de un tipo I, II, IIIA, IIIB y IIIC en las fracturas expuestas lo cual es indicativo de la progresiva afección de los tejidos blandos y alteración vascular. El manejo inadecuado o iatrogénico de tejidos blandos cuando se realiza una reducción abierta y fijación interna puede resultar en una falta de unión o infección y se ha reportado la presencia de éstas hasta en 25% de las fracturas tratadas quirúrgicamente. Por otro lado, se sabe que el tratamiento no quirúrgico de una fractura cerrada de la diáfisis del húmero provee resultados satisfactorios hasta en 90% de los casos debido al mantenimiento de la envoltura de tejido blando.

Nuestra comprensión actual de la lesión y la regeneración nerviosa es que es un proceso complejo que ocurre simultáneamente dentro de las primeras horas de la lesión y el éxito de la regeneración es dependiente de la gravedad de la lesión original. En un grado de lesión tipo II de Sunderland, la axonotmesis se caracteriza por la degeneración Walleriana (anterógrada) que es un proceso mediado por calcio que ocurre distal al sitio de la lesión y se inicia en horas de la lesión. En las lesiones de Sunderland tipo IV y V, la degeneración Walleriana se acompaña de Cromatólisis que consiste en la migración periférica del núcleo en el cuerpo de las células nerviosas, y la ruptura y dispersión de los gránulos de Nissl que son retículo endoplasmático rugoso con ribosomas libres. La muerte celular o apoptosis ocurre en 20-50% de estas lesiones.<sup>12</sup>

Para decidir si una lesión del nervio radial de seis meses de evolución debe de ser sometida a una reparación, injerto o transferencia nerviosa es importante tener en cuenta que la atrofia muscular inicia alrededor de los dos meses después de la lesión, pero las placas neuromusculares se conservan hasta un año después de la denervación.<sup>10</sup> Por otro lado, aunque no se sabe con exactitud cuánto tiempo logran sobrevivir los receptores sensoriales, se ha demostrado que la descompresión y/o reparación nerviosa puede ser exitosa incluso años después de una lesión. Estos receptores sensoriales encapsulados son los corpúsculos de Pacini, que son receptores de adaptación rápida y los mediadores de la discriminación táctil ligera, los corpúsculos de Meissner son los receptores

de la vibración, y las células de Merkel, que son receptores de adaptación lenta del estímulo táctil constante y la presión.<sup>10</sup> Además, cuando se contempla la reparación o el injerto de nervio, ya sea en la fase aguda o crónica, después de 4-6 meses de la falta de recuperación del nervio radial, se debe tener en cuenta que la fibrosis del tubo neural y la contracción del diámetro del tubo endoneurial después de una lesión nerviosa se producen dentro de los cuatro meses de la lesión y esta situación hace más difícil la regeneración de un axón a través del tubo endoneurial distal. Por lo tanto, el plan preoperatorio debe incluir el injerto además de la resección de una cierta cantidad del segmento de nervio.

**Factores relacionados al Cirujano:** El entrenamiento y la experiencia del cirujano es el único parámetro que éste puede controlar y es un factor crítico al decidir el tratamiento en una fractura de la diáfisis humeral con o sin lesión de nervio radial. Al considerar la cirugía como opción en las fracturas cerradas aisladas de la diáfisis humeral con o sin lesión del nervio radial, el cirujano debe de saber que el manejo conservador provee resultados buenos a excelentes en 90% de los casos.<sup>3,4,6,7</sup> El mismo cirujano puede incluso ser un factor desencadenante de una lesión nerviosa. Cuando se realiza una intervención quirúrgica en las fracturas diafisiarias del húmero, la posibilidad de lograr una reducción estable y anatómica es alta y el manejo postquirúrgico se facilita; sin embargo, no se elimina el riesgo de sufrir alguna complicación. En un estudio retrospectivo de 40 pacientes se comparó el tratamiento quirúrgico de las fracturas del tercio distal del húmero tratadas conservadoramente (21 pacientes) o con cirugía (19 pacientes), en ambas opciones de tratamiento se obtuvieron resultados aceptables, pero el grupo quirúrgico tuvo una tasa de 26% de complicaciones, de las cuales tres fueron lesiones del nervio radial siendo una de las tres daño permanente.<sup>13</sup> En otro estudio de placas de fijación humeral en pacientes con trauma múltiple, 39 fracturas humerales se operaron con reducción abierta y fijación interna, 34 estuvieron disponibles para el seguimiento y en ninguno de ellos había un daño permanente del nervio radial.<sup>13</sup> Una vez más, esto pone de relieve la importancia de la formación y la experiencia del cirujano al elegir la opción quirúrgica.

Cuando una fractura expuesta de la diáfisis del húmero se acompaña de una lesión primaria del nervio radial la pregunta de si debe o no explorarse el nervio debe de recaer fuertemente en la experiencia del cirujano. Si la exploración inmediata o retardada realizada (a los 4 a 6 meses después de la lesión) ante la falta de recuperación clínica o por electromiografía/neuroconducción de la función del nervio radial, se requiere la experiencia en microcirugía para realizar una neurolisis, reparación o un injerto nervioso. La excepción a esto es la exploración del nervio radial por el ortopedista en el desbridamiento inicial de una fractura expuesta de húmero que se fijará internamente y en la que uno tiene la intención de hacer una segunda evaluación con un micro-cirujano capacitado para la posible reparación del nervio antes de cerrar la herida. Con esto queremos decir que no es exclusiva del micro-cirujano la exploración nerviosa ya que el ortopedista debe de estar capacitado para dicha exploración, sin embargo, los procedimientos de reparación, reconstrucción con injerto o las

transferencias nerviosas sí deben de ser exclusivos de los micro-cirujanos con amplia experiencia en el ramo.

**Factores relacionados al paciente:** En el tratamiento de las fracturas de la diáfisis humeral se deben de tomar en consideración la edad del paciente, calidad ósea, estatus mental y si existe o no lesión de órgano múltiple o traumatismo múltiple. En pacientes de edad avanzada, el éxito de la reparación nerviosa disminuye y en presencia de una lesión nerviosa severa, deben de considerarse las transferencias tendinosas en etapas más tempranas dependiendo del tiempo en que se estima una recuperación nerviosa.

**Factores relacionados a la personalidad de la fractura:** Se ha establecido en algunos estudios clínicos que el tipo de fractura de la diáfisis humeral debe de dictar si el nervio debe de explorarse o no, y no sólo el hecho de una lesión acompañante de nervio radial. El rasgo distintivo parece ser la energía de la fractura y no sólo el tipo además de la localización y si la fractura es cerrada o expuesta. Ciertamente, la energía de la fractura determina la lesión de los tejidos blandos, pero la combinación de la lesión de tejidos blandos con el tipo de fractura parece ser más predictiva en cuanto a la indicación de la exploración del nervio radial. En una revisión de la literatura por Mohler y Hanel en fracturas cerradas complicadas por lesiones de nervios periféricos, se encontró que la mayoría de los estudios revisados señalaron mejores resultados en aquellas fracturas tratadas conservadoramente que los que se sometieron a la exploración del nervio radial, y recomendó que el tipo de fractura determinará si la exploración se debe hacer y no la presencia de una lesión del nervio radial primaria o secundaria.<sup>4</sup> En un estudio realizado por Ring y colaboradores, se exploraron fracturas de alto impacto con lesión completa de nervio radial, de las 11 fracturas expuestas, 6 pacientes tenían un desgarro completo del nervio radial, cinco fueron reparados y ninguno se recuperó. Todos los 8 nervios explorados con parálisis del nervio radial que se encontraron intactos se recuperaron. Por lo tanto, una lesión de alto impacto en la clasificación de fracturas expuestas de Gustilo-Anderson tipo IIIA-C puede ser una razón primaria para explorar una lesión asociada del nervio radial y no sólo el hecho de que esté presente una lesión del nervio. El aumento de energía en las fracturas complejas, también parece aumentar la zona de lesión del nervio radial a través de la tracción o la lesión directa y en estas lesiones, está indicada la monitorización electrofisiológica intraoperatoria.<sup>5</sup>

## RECOMENDACIONES DE TRATAMIENTO

### Tratamiento no-quirúrgico con y sin lesión de nervio radial

En los pacientes con fracturas cerradas de la diáfisis humeral, que se presentan con una lesión del nervio radial primaria, la recuperación de la función del nervio radial sin exploración quirúrgica es entre 70-96%.<sup>4,6,7,14</sup> Por lo tanto, en las fracturas aisladas de la diáfisis del húmero con o sin lesión del nervio radial que cumplen con los criterios de menos de 30 grados de varo, 20 grados de angula-

ción anteroposterior y 15 grados de rotación interna, el tratamiento no quirúrgico es el tratamiento aceptado.<sup>10,13</sup> El tratamiento correcto implica la transición de un yeso colgante inicial o una férula de coaptación a una ortesis funcional dentro de los 10 a 14 días siguientes a la lesión, en la medida en la que la inflamación mejora a fin de que el movimiento del hombro y el codo se pueda iniciar. De lo contrario la rigidez resultante del hombro y el codo es inaceptable y el rango de movimiento se limita en forma inversamente proporcional a la edad.<sup>15</sup>

#### Manejo quirúrgico sin exploración de nervio radial

Cuando el desplazamiento o la angulación de las fracturas simples superan los parámetros aceptables, o no se puede controlar por medio cerrados, está justificada la fijación quirúrgica. Cuando existe una fractura expuesta, lesión vascular, codo flotante, o el paciente politraumatizado, la intervención quirúrgica es el método preferido de tratamiento. En todos estos casos la tasa de complicaciones y los efectos negativos de la postracción en el paciente con múltiples lesiones se reducen con la fijación de la fractura, lo que también hace más fácil el manejo del paciente y tiene un resultado más predecible que el manejo no operatorio. El inicio oportuno de la movilidad evita la atrofia muscular, la rigidez articular, osteoporosis por desuso, y mejora en gran medida la función.

Al optar por el manejo quirúrgico de una fractura de la diáfisis humeral, el uso de placas y tornillos es considerado el estándar oro.<sup>11</sup> Enclavado intramedular del húmero (EIM) con tornillos de bloqueo es la opción preferida después y se considera como tratamiento en las fracturas humerales diafisarias segmentarias o extensas. Cuando se asocia a una lesión del nervio radial, algunos abogan por evitar el EIM<sup>3</sup> mientras que otros abogan por una pequeña incisión en el sitio de la fractura durante el paso de la guía metálica para asegurar que el nervio no está en el trayecto.<sup>4</sup> Los fijadores externos se utilizan cuando hay una gran pérdida de tejidos blandos, contaminación, o cuando un paciente enfermo no puede ser llevado a la sala de operaciones y puede ser tratados en su cama.

#### Tratamiento quirúrgico con exploración inmediata de nervio radial

En un estudio retrospectivo de 358 fracturas diafisiarias de húmero, las fracturas del tercio distal en forma de espiral representaron 7.5% de todas las fracturas y la parálisis de nervio radial se encontró en 22% de estos casos, en contraste con 8% encontrada en el resto de las fracturas. Se encontró que todas las fracturas tipo Holstein-Lewis con parálisis del nervio radial se recuperaron satisfactoriamente, hayan sido tratadas con o sin cirugía y se sugirió que la indicación para la exploración primaria es relativa<sup>13</sup> en contraste con las recomendaciones originales de Holstein y Lewis.<sup>14</sup> Las fracturas expuestas de alto impacto de la diáfisis humeral tienen una incidencia de 60% de laceración de nervio radial y en estos casos se debe de explorar el nervio primariamente. Las lesiones iatrogénicas del nervio radial también parecen resolverse espontáneamente y no requieren generalmente de la exploración. García y Maeck encontraron que las fracturas

distales del húmero tienen una mayor incidencia de lesiones neurovasculares con los tres patrones geométricos, pero la mayor incidencia se presenta en las fracturas en espiral.<sup>16</sup>

Exploración diferida de nervio radial posterior al tratamiento conservador o quirúrgico

Las probabilidades de encontrar una lesión del nervio con la exploración tardía varían de 6 a 25% para el atrapamiento del nervio, la laceración de 20-42% para un total de necesidad de intervención quirúrgica en 26-67% de los casos. Cuando se toma la decisión de explorar una parálisis del nervio radial a los 4 a 6 meses después de la lesión, el producto final del tratamiento reportado en la literatura es diverso. Pollack<sup>6</sup> encontró que la reparación tardía da malos resultados mientras que Parkes y colaboradores<sup>17</sup> no hallaron diferencias significativas entre la reparación temprana o tardía. Amillo y colaboradores encontraron que la espera de más de cinco meses produce malos efectos.<sup>18</sup> Es cierto que hay muchos factores que determinan el resultado después de una reparación de los nervios, pero el consenso es el de explorar una parálisis del nervio radial a los 4-6 meses después de la lesión si no se recupera. Las transferencias de tendones se consideran después de un año sin tratamiento previo o después de un tiempo adecuado (6-12 meses) después de una reparación del nervio.

## CONCLUSIÓN

El entrenamiento y la experiencia del cirujano y la presencia de las fracturas expuestas en traumatismos de alta energía parecen ser las razones más consistentes para explorar una parálisis de nervio radial en el escenario agudo. Cuando se explore el nervio radial a los 4-6 meses de la lesión debido a la falta de recuperación clínica, se debe de considerar utilizar el monitoreo electrofisiológico intra-operatoriamente.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Agnew SP, Dumanian GA. Technical use of synthetic conduits for nerve repair. *J Hand Surg Am* 2010; 35(5): 838-841.
2. Amillo S, Barrios RH, Martinez-Peric R, Losada JI. Surgical treatment of the radial nerve lesions associated with fractures of the humerus. *J Orthop Trauma* 1993; 7(3): 211-215.
3. Bell MJ, Beauchamp CG, Kellam JK, McMurry RY. The results of plating humeral shaft fractures in patients with multiple injuries. *JBJS*; 1985; 67B: 293-296.
4. Burnett MG, Zager EL. Pathophysiology of peripheral nerve injury: a brief review. *Neurosurg Focus* 2004; 16 (5): E1.
5. De Franco MJ, Lawton JN. Radial nerve injuries associated with humeral fractures. *Journal Hand Surgery*; 2006; 31A: 655-663.
6. Dormans JP, Squillante R, Sharf H. Acute neurovascular complications with supracondylar humerus fractures in children. *J Hand Surg* 1995; 20: 1-4.
7. Ekholm R, Ponzer S, Tornkvist H, Adami J, Tidermark J. The Holstein-Lewis humeral shaft fracture: aspects of radial nerve injury, primary treatment and outcome. *J Orthop Trauma* 2008; 22(10): 693-697.

8. Foster RJ, Swionkowski MF, Bach AW, Sack JT. Radial nerve palsy caused by open humeral shaft fractures. *J Hand Surg (Am)* 1993; 18: 121-124.
9. García A Jr, Maeck BH. Radial nerve injuries in fractures of the shaft of the humerus. *Am J Surg* 1960; 99: 625-627.
10. Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five fractures of the long bones: retrospective and prospective analysis. *JBJS* 1976; 58A: 453-458.
11. Hak DJ. Radial nerve palsy associated with humeral shaft fractures. *Orthopedics* 2009; 32(2): 111.
12. Hoppenfeld S, deBoer P, eds. *Surgical Exposures in Orthopaedics: The Anatomic Approach*, 3rd ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2003.
13. Holstein A, Lewis GB. Fractures of the humerus with radial-nerve paralysis. *J Bone Joint Surg Am* 1963; 45: 1382-1388.
14. Jawa A, McCart y P, Doomburg J, Harris M, Ring D. Extra-articular distal-third diaphyseal fractures of the humerus. A comparison of functional bracing and plate fixation. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88: 2343-2347.
15. Kang Jr. BS, Zamorano DP, Gupta R. Limb salvage with major nerve injury: Current management and future directions. *J Am Acad Orthop Surg* 2011; 19: S28-S34.
16. Kettlekamp DB, Alexander H. Clinical review of radial nerve injury. *J Trauma* 1967; 7: 424-432.
17. Mohler LR, Hanel DP. Closed fractures complicated by peripheral nerve injury. *J Am Acad Orthop Surg* 14(1): 32-37.
18. Parkes AR. A report of traumatic ischemia of peripheral nerves with some observations on Volkmann's ischemic contracture. *Br J Surg* 1945; 32: 403.