



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
UNIDAD DE POSGRADO

INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN
LUIS GUILLERMO IBARRA IBARRA
ESPECIALIDAD EN ORTOPEDIA

*EVALUACIÓN RADIOGRÁFICA DE PACIENTES CON FRACTURA DE HÚMERO PROXIMAL
POSTOPERADOS DE OSTEOSÍNTESIS CON CLAVO CENTRO MEDULAR*

TESIS
PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
MÉDICO ESPECIALISTA EN
ORTOPEDIA

PRESENTA:
EDWIN ALFONSO VALENCIA RAMÓN

PROFESOR TITULAR
DR. JUAN ANTONIO MADINAVEITIA VILLANUEVA

ASESOR PRINCIPAL
DR. MICHELL RUIZ SUÁREZ

CIUDAD DE MÉXICO, OCTUBRE DE 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Teresa y Alfonso,

a mis hermanas Mónica y Carmen,

en quienes siempre me he estado respaldado para continuar en mi proyecto de vida

M U M B

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todo el equipo de trabajo del **servicio de Traumatología** del Instituto Nacional de Rehabilitación por el apoyo, la guía y los esfuerzos realizados para completar esta investigación.

Al **Dr. Michell Ruiz Suárez**, asesor de esta tesis y a quien la vida me ha puesto como ejemplo a seguir como médico, cirujano, investigador y persona.

Además de forma personal quisiera agradecer al **Dr. Alfonso Migoya Nuño** quien colaboro de forma activa en el inicio de este proyecto, así como en el concepto de la investigación principal.

A **Rocío** por su cariño y sobre todo por su paciencia en este proceso.

Contenido

LISTADO DE TABLAS CUADROS Y FIGURAS	7
ABREVIATURAS	8
RESUMEN.....	9
MARCO TEORICO.....	10
DESCRIPCIÓN	10
MEDICIONES RADIOGRAFICAS	11
MANEJO DE FRACTURAS DE HÚMERO PROXIMAL	13
ESPECIFICACIONES Y TECNICA QUIRÚRGICA DE CLAVO CENTROMEDULAR	14
COMPLICACIONES Y SU RELACION CON MEDICIONES RADIOGRAFICAS	15
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
JUSTIFICACIÓN	20
HIPÓTESIS	20
OBJETIVOS	21
DISEÑO Y METODOLOGÍA	22
TIPO DE ESTUDIO:	22
DESCRIPCIÓN DEL UNIVERSO DE TRABAJO.....	22
CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	22
CRITERIOS DE ELIMINACIÓN.....	22
CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	22
TAMAÑO DE LA MUESTRA	23
DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO, UNIDADES DE MEDIDA Y ESCALAS DE MEDICIÓN.	23
ASPECTOS ÉTICOS Y DE BIOSEGURIDAD.....	25
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	25
SELECCIÓN DE LAS FUENTES, MÉTODOS, TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN....	26
DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS.....	26
RESULTADOS.....	28
DISCUSION	40
CONCLUSIONES	42
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

LISTADO DE TABLAS CUADROS Y FIGURAS
FIGURAS

Figura 1. Clasificación de Neer	11
Figura 2. Clasificación de Cruess para Necrosis Avascular de cabeza humeral.....	18
Figura 3. Frecuencia de presentación de fracturas de húmero proximal de acuerdo con grupo de edad	36
Figura 4. Frecuencia de presentación de fracturas de húmero proximal de acuerdo con grupo de edad y clasificación de Neer.....	36
Figura 5. Medición de Ángulo cervico-diafisario (ACD) mostrada en Total y de acuerdo a clasificación de Neer.....	37
Figura 6. Frecuencias de alteraciones radiográficas en varo y valgo de acuerdo a clasificación de Neer	37
Figura 7. Mediciones radiográficas de fracturas de humero proximal de acuerdo con la media y clasificación de Neer	38
Figura 8. Frecuencia de cambios en mediciones radiográficas de acuerdo con la severidad de la fractura ...	38
Figura 9. Análisis de dispersión simple y correlación de alteraciones radiográficas (ACT y DTC).....	39
Figura 10. Frecuencia de presentación de complicaciones de acuerdo con severidad de la fractura.....	39

TABLAS

Tabla 1 Definiciones de mediciones radiográficas de humero proximal	12
Tabla 2 Resultados de mediciones radiográficas de acuerdo con clasificación de Neer y tipo de clavo centromedular utilizado	13
Tabla 3 Frecuencia de presentación de complicaciones en seguimiento postquirúrgico de pacientes con manejo con clavo centro medular.....	15
Tabla 4. Operacionalización de variables del estudio	23
Tabla 5 Características demográficas de pacientes postoperados de osteosíntesis con clavo centro medular de acuerdo con Clasificación de Neer	31
Tabla 6 Características clínicas, edad y tiempo de cirugía de acuerdo a clasificación de Neer	32
Tabla 7 Mediciones radiográficas estándar de acuerdo con clasificación de Neer	32
Tabla 8 Medición de ACD inicial y final de acuerdo con clasificación de Neer	33
Tabla 9 Medición de OM inicial y final de acuerdo con clasificación de Neer	33
Tabla 10 Medición de DTC inicial y final de acuerdo con clasificación de Neer.....	34
Tabla 11 Medición de ES inicial y final de acuerdo con clasificación de Neer	34
Tabla 12 Frecuencia de complicaciones de acuerdo con clasificación de Neer	35

ABREVIATURAS

ACD = ángulo cérico diafisario

DTC = Distancia tuberosidad cabeza

ES = Espacio subacromial

INR = Instituto Nacional de Rehabilitación

mm = milímetros

NAV = Necrosis avascular

OM = offset medial

SAIH = Sistema Automatizado de Información Hospitalaria

Δ ACD = cambio en ACD

Δ DTC = cambio DTC

Δ ES = cambio ES

Δ OM = cambio OM

RESUMEN.

INTRODUCCION: La osteosíntesis de húmero proximal es controversial, el clavo centro medular ofrece disminución de tiempo quirúrgico y lesión en tejidos. La calidad de reducción es valorable con criterios radiográficos (ACD=ángulo cérvico diafisario; OM=offset medial; DTC=Distancia tuberosidad cabeza; ES=Espacio subacromial) que predice la funcionalidad. Estos criterios establecidos para otros implantes (alteración de $ACD \geq 10^\circ$, $DTC > 5\text{mm}$ y $ACD \text{ inicial} < 125^\circ$) no están descritos para el clavo centro medular.

MATERIAL Y METODOS: Estudio de cohorte observacional, retrospectivo, con pacientes > 18 años, con osteosíntesis con clavo centro medular (2014 a 2017) en el Instituto Nacional de Rehabilitación, evaluando características demográficas, severidad de lesión (clasificación de Neer), mediciones radiográficas progresivas y complicaciones.

RESULTADOS: Se analizaron 84 casos con edad promedio 65 ± 2 años y media de seguimiento de 13.9 meses. Por clasificación de Neer el 40.4% son grado II, 29.7% grado III y 29.7% grado IV. La consolidación en varo aumenta a 10.7% al final del seguimiento, siendo pacientes Neer III y IV. La deformidad $> 140^\circ$ predomina para Neer II ($n=15/34$). El 30.9% presenta un cambio de ACD (ΔACD) $\geq 10^\circ$. En general 86.9% tiene cambios de DTC $< 5\text{ mm}$, para en Neer III/IV 32% tiene alteración de ES $> 5\text{ mm}$. La complicación más frecuentemente es la necrosis avascular (NAV) con 44% de los casos.

CONCLUSIONES: Las mediciones radiográficas presentan cambios en valoraciones a largo plazo. Las alteraciones en ACD ($> 10^\circ$) y ES ($> 5\text{mm}$) se dan en mayor proporción de pacientes Neer III/IV, acorde a la severidad de la fractura, favoreciendo consolidaciones viciosas en varo o valgo y mayor presencia de NAV.

MARCO TEORICO

DESCRIPCIÓN

Las fracturas de húmero proximal representan el 4-5% de todas las fracturas (1, 2) la edad media de presentación de hombres y mujeres es de 55.4 y 67 años respectivamente, siendo de mayor prevalencia en mujeres y durante la tercera edad. El lado derecho está afectado en el 54.7% de los pacientes, además de existir diferencias en los mecanismos de lesión identificados entre los pacientes femeninos, los que incluyen lesiones de baja energía, mientras que los pacientes masculinos generalmente consisten en lesiones de alta energía. Asimismo se han correlacionado algunos patrones de fractura con diferentes rangos de edad en todos los paciente ³.

La clasificación de las fracturas es necesaria para la evaluación de posibles complicaciones que pueden ocurrir antes, durante y después de la cirugía. Las complicaciones tempranas pueden incluir lesiones nerviosas o vasculares durante el trauma que resultan en luxación, fragmentación ósea o lesiones concomitantes del manguito rotador ⁴.

La clasificación de Neer ⁵ (Figura 1) la cual se origina del análisis de hallazgos radiográficos y quirúrgicos de 300 fracturas de húmero tratados en el *New York Orthopaedic Hospital-Columbia Presbyterian Medical Center* entre 1953 y 1967, se basa en la composición de 4 segmentos mayores producidos durante una fractura de húmero proximal, los cuales son: tuberosidad menor, tuberosidad mayor, cabeza articular y diáfisis humeral.

En dicha clasificación se determina un ángulo de 45° y desplazamiento de 1 cm como parámetros de definición de segmento, a partir de los cuales se dividen los patrones de fractura en:

- Fractura de un segmento
- Fractura de dos segmentos
- Fractura de tres segmentos
- Fractura de cuatro segmentos
- Fracturas de cuatro segmentos impactada en valgo
- Lesiones de superficie articular y fracturas luxaciones

Non- or minimally displaced		Displaced fractures and fracture-dislocations				Articular segment
	One-part	Two-part	Three-part	Four-part		
AN						
SN		Angulated Displaced Comminuted 				
GT						
GT and SN						
A LT						
		B Anterior dislocation				
		Posterior dislocation				
AN GT LT SN						

Figura 1. Clasificación de Neer (tomado de Clin Orthop. 2013 Jan;471(1):39–43)

A pesar de que esta clasificación cuenta con una concordancia inter-observador de 0.64, su utilidad puede ser medida en la capacidad de predecir resultados clínicos o presencia de complicaciones. Se han reportado metaanálisis donde existe correlación negativa entre la clasificación de Neer y resultados clínicos funcionales (Constant-Murley score), así como una relación directamente proporcional al riesgo de desarrollo de necrosis avascular enfocado en el número de fragmentos ⁵.

Existen otras clasificaciones como la clasificación AO de las fracturas, la cual es ampliamente utilizada por su uniformidad y consistencia, generando un lenguaje universal, el cual no está exento de discrepancia inter-observador ⁶.

MEDICIONES RADIOGRAFICAS

Durante la valoración del seguimiento postquirúrgico de pacientes tratados con clavo centromedular se debe obtener una serie radiográfica que consiste en radiografías AP de hombro, AP verdadera (45° del plano

sagital, perpendicular al eje de la escapula) y escapulotangencial, realizando las siguientes mediciones postquirúrgicas:

Tabla 1 Definiciones de mediciones radiográficas de humero proximal

Angulo cérvico diafisario (ACD)	<p>Ángulo formado por la intersección de línea diafisaria y línea perpendicular al cuello anatómico, medido en grados, valor normal 135-140°</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deformidad en valgo con CD >160° • Deformidad en varo con CD <120°
Offset medial (OM)	Distancia perpendicular del centro de rotación de la cabeza humeral a la línea de eje longitudinal del húmero, medida en milímetros, valor normal 4-14 mm de acuerdo a mediciones de Pearl <i>et al.</i> ⁷ , 7-9 mm según Iannotti <i>et al.</i> ⁸
Distancia tuberosidad cabeza (DTC)	Distancia vertical entre la tangente del punto más alto de la cabeza humeral y la tuberosidad mayor, medido en milímetros, valor normal 6-10 mm según Pearl ⁷ o promedio de 8 mm (2-12mm) de acuerdo a Iannotti ⁸
Espacio subacromial (ES)	Distancia entre el tercio anterior del acromion y la cabeza humeral, medido en milímetros, con valor normal 10-15mm

Estudios radiográficos sobre la relación anatómica de la tuberosidad mayor, han demostrado correlación entre la DTC y el ángulo CD, tanto en pacientes sanos ⁹ como en pacientes con fracturas de húmero proximal ¹⁰ con secuelas postquirúrgicas, como pinzamiento subacromial resultado de disfunción del manguito de los rotadores y del deltoides causado por el cambio inferolateral del centro de rotación de la cabeza humeral.

Otros estudios han demostrado que cuando la cabeza humeral se centra en la glenoides, la mayor tuberosidad puede impactar contra el acromion o ligamento coracoacromial. El grado de mal posicionamiento de la cabeza humeral altera la cinemática humeral, mediciones de 4 mm de desplazamiento inferior de la cabeza del húmero resultaron en subacromial anormal, con cambios en el rango de movimiento activos y pasivos ⁸.

En la *Tabla 2* se muestran resultados de mediciones radiográficas en estudios previamente publicados sobre fracturas de húmero proximal con osteosíntesis con clavo centromedular.

Tabla 2 Resultados de mediciones radiográficas de acuerdo con clasificación de Neer y tipo de clavo centromedular utilizado (ACD = ángulo cervicodiafisario; ΔACD = cambio en ACD; DTC distancia tuberosidad cabeza)

Estudio	Tipo de clavo	n	Neer	Resultados de mediciones
Gracitelli <i>et al.</i> ¹¹	Centronail (Orthofix, Verona, Italy)	32	2 y 3	ACD 133.7° ± 7.3° (INMEDIATO) 133.7 ± 7.3 (12 MESES)
Nolan <i>et al.</i> ¹²	Polaris nail (Acumed, Beaverton, OR)	18	2	ACD 132.5° (120-150) Inicial 124.4° (90-150) final
			3	127.6 (125-130) inicial 113.8° (100-130) final
			DTC	50% alteración de DCT 5-10 mm. 50% ACD<120° al final del seguimiento
Tsitsilonis <i>et al.</i> ¹³	PHN system (Targon, Aesculap®)	43	2,3 y 4	ACD TOTAL (n=43) 126.5° ± 16.9° NEER 2(n=10) 130.8° ± 21.2° NEER 3(n=23) 128.4° ± 14.3° NEER 4(n=10) 117.9° ± 16.7°
Ueyama <i>et al.</i> ¹⁴	Aesculap Targon PH-P	15	2 y 3	ACD ΔACD promedio 4.6° (SD 11.0; 0–45) Sitio de entrada lateral ΔACD 13.8° (0–45) 6.7% desplazamiento (>15° en ACD)
Hatzidakis <i>et al.</i> ¹⁵	Synthes EX spiral blade (Synthes, West Chester)	38	2	ACD promedio 131° (126 - 132)
	Stryker T2 nail (Stryker, New Jersey)			Δ ACD 3.2° 133.6 ± 4.3 → 130.4 ± 8.9; p = 0.04 Reoperación 13% (3% - 24%)
Park <i>et al.</i> ¹⁶	Uniflex (Biomet, IN, USA) Polarus nail	43	3	ACD Postquirúrgico inicial 141°+/-9.9° Postquirúrgico final 137 +/- 11.1
Trepap <i>et al.</i> ¹⁷	T2 Proximal Humeral Nail (Stryker, New Jersey)	15	2	ACD INMEDIATO 123° (90–140) A 1 AÑO 121° (90–130) 2 pacientes en varo (<110°) por falla de la reducción

MANEJO DE FRACTURAS DE HÚMERO PROXIMAL

El método de tratamiento óptimo para fracturas desplazadas (2, 3 y 4 fragmentos de Neer) continúa en debate, siendo el uso de placas bloqueadas, clavos centromedulares y artroplastia las técnicas quirúrgicas

más utilizadas, de las cuales ninguna ha demostrado ser más efectiva. El uso de placas bloqueadas ha mejorado la fijación, con altas tasas de consolidación viciosa, no unión y falla de implante. Sin embargo, con las mejoras tecnológicas las propiedades de las placas y los clavos centromedulares son similares.¹⁸⁻²⁰ En pacientes ancianos la mayoría son manejados de forma no quirúrgica, sin embargo, la complejidad de las fracturas requiere manejo quirúrgico en gran mayoría del resto de los pacientes.

El clavo centro medular (*Targon PH; Aesculap, Tuttlingen, Germany*)²¹ se diseñó para proveer estabilidad en la fijación de la fractura con mínima lesión de tejidos blandos, baja exposición de periostio a la vez que permite establecer una rehabilitación rápida y temprana, con menor tiempo quirúrgico requerido, preservación de la vascularidad así como una movilización temprana ofreciendo una ventaja biológica respecto a las otras técnicas quirúrgicas mostradas. (1, 15, 17) Aunque existen complicaciones como pérdida de la reducción de 13- 24% de los pacientes, consolidación viciosa en 21% , y hasta 4% de necrosis avascular de los pacientes tratados con clavo centro medular en fracturas de húmero proximal (1, 13, 21, 24)

ESPECIFICACIONES Y TECNICA QUIRÚRGICA DE CLAVO CENTROMEDULAR

El clavo centromedular de húmero proximal (*Targon PH, Aesculap AG, Tuttlingen, Germany*) es un implante de aleación de titanio, denominado de segunda generación, el cual realiza la estabilización de fragmentos de fractura desplazados con la inserción de forma anterógrada y la utilización de bloqueos proximales con ventana que evita el trayecto del nervio axiales, además de contar con una curvatura proximal que facilita la entrada del clavo. Las medidas estándar del diámetro proximal es de 10 mm, con longitud y diámetro distal en 2 presentaciones: clavo corto de 150mm X 8mm y clavo largo de 200, 220, 235, 250, 265, 280 mm x 7 mm de diámetro²³.

La colocación se realiza la cirugía bajo anestesia general o regional de acuerdo con la indicación del anesthesiólogo, en posición de silla de playa, mediante un abordaje transdeltoideo y con punto de inserción a través del tendón del supraespinoso. Se utiliza fluoroscopia para obtener imágenes en 2 planos. La reducción de la fractura se puede realizar de forma directa o indirecta. La altura del clavo se puede determinar de forma prequirúrgica con rayos x o de forma transquirúrgica con uso de fluoroscopia¹⁵.

De acuerdo con la ficha técnica, el clavo centromedular se encuentra indicado en (25, 26):

- Fracturas de húmero proximal desplazadas e inestables de 2 a 4 fragmentos
- Extensión a diáfisis humeral
- Lesiones segmentarias

Las principales contraindicaciones son:

- Estado mental o físico alterado
- Alteración de tejidos blandos en sitio de abordaje quirúrgico
- Infección de tejidos blandos adyacente
- Osteoartritis preexistente
- Rigidez severa de hombro
- Fracturas articulares que no puedan reducirse

COMPLICACIONES Y SU RELACION CON MEDICIONES RADIOGRAFICAS

Las principales complicaciones postquirúrgicas reportadas en pacientes manejados con clavo centromedular bloqueado incluyen la pérdida de la reducción, consolidación viciosa, migración de tornillos, no unión, necrosis avascular, pinzamiento, rigidez y lesión de manguito de los rotadores ¹ aunque algunas son inherentes al grado de lesión prequirúrgica como personalidad de la fractura y calidad ósea de los pacientes.

La calidad de la reducción y las propiedades biomecánicas de la fijación son más importantes que la magnitud de desplazamiento inicial de la fractura, se han descrito criterios radiográficos que predicen el desarrollo de NAV posteriores a la fijación los cuales incluyen reducción en valgo, calcar inestable, mala reducción del troquíter (21, 24)

En la Tabla 3 se enlistan las principales complicaciones reportadas en este tipo de pacientes y el clavo centromedular utilizado

Tabla 3 Frecuencia de presentación de complicaciones en seguimiento postquirúrgico de pacientes con manejo con clavo centromedular (N* total del estudio valorado)

Estudio	Tipo de clavo	N*	Neer	Complicaciones	n	%
Blum <i>et al.</i> ²⁵	PHN (Synthes GmbH Oberdorf, Switzerland)	113		TOTAL	30	26.5
				REDUCCIÓN ANATÓMICA	31	57.4
Gadea <i>et al.</i> ¹⁹	27 TelegraphTM(FH®Orthopedics, France) 15 T2TM(Stryker®, Duisburg, Germany) 12 Aequalis IMTM(Tornier®, Saint-Ismier, France)	54	4	VALGO	7	13.0
				VARO	16	29.6
				LISIS DE TROQUITER	11	20.4
				CONSOLIDACIÓN VICIOSA	4	7.4
				REINTERVENCIÓN NAV	14	25.9
					17	31.5
	TOTAL	11	34.4			
Gracitelli <i>et al.</i> ¹¹	Centronail (Orthofix, Verona, Italy)	32	2 y 3	RELACIONADO A IMPLANTE	6	18.8
				REINTERVENCIÓN	6	18.8
				LESIÓN MANGO ROTADOR	4	12.5
				ARTROFIBROSIS	4	12.5
				TOTAL		59
Kloub <i>et al.</i> ²⁶	Targon PH (Aesculap, Tuttlingen, Germany)	137	4	REDUCCIÓN NO ANATÓMICA	10	7.3
				PERDIDA DE REDUCCIÓN	4	2.9

				NAV	17	12.4
				LISIS DE TROQUITER	21	15.3
				PSEUDOARTROSIS	10	7.3
			3 y 4	PERDIDA DE REDUCCIÓN	4	2.9
				PSEUDOARTROSIS	1	0.7
Mathews et al. ²⁷	Targon PH (Aesculap, Tuttlingen, Germany)	137		NAV	8	5.8
				REINTERVENCIÓN	6	4.4
Francesco Nobile et al. ²⁸	Polarus TM nail (Acumed, Hillsboro, OR, USA)	21	3 y 4	PSEUDOARTROSIS	1	4.8
				AFLOJAMIENTO	2	9.5
				REINTERVENCIÓN	7	
Nolan et al. ¹²	Polaris nail (Acumed, Beaverton, OR)	18	2 y 3	VARO (Δ ACD $>11^\circ$)		50.0
				ALTERACION DTC (5-10MM)		50.0
				PERDIDA DE REDUCCIÓN	4	10.5
				CONSOLIDACION VICIOSA	11	28.9
Thomazeau et al. ²⁹	TelegraphTM(FH®Orthopedics, France)	38	3 y 4	REDUCCIÓN NO ANATOMICA	6	15.8
				ALTERACION DTC (5-10MM)	7	18.4
				NAV	12	31.6
				NAV	10	31.3
Zirngibl et al. ³⁰	Targon PH (Aesculap, Tuttlingen, Germany)	32	2,3 Y 4	CRUES II	2	6.3
				CRUESS IV	4	12.5
				LISIS DE TROQUITER	16	50.0
				TOTAL	160	41.6
	Polarus nail (36 %)			REINTERVENCIÓN	61	15.8
	Targon PH(27 %)			PERDIDA DE REDUCCIÓN	38	9.9
Wong et al. ¹	Synthes PHN (16 %)	385	2, 3 Y 4	AFLOJAMIENTO	34	8.8
	Stryker T2(9%)			CONSOLIDACION VICIOSA	33	8.6
	Humeral Locked Nail (8 %)			NAV	14	3.6

La necrosis avascular (NAV) es una complicación definida como la pérdida de flujo sanguíneo sobre el tejido óseo del húmero proximal secundario al patrón de fractura, demostrado por Hertel³¹. Su desarrollo depende de aspectos biológicos y mecánicos posteriores al trauma inicial y al manejo quirúrgico.

La osteonecrosis postraumática es una condición casi exclusiva de la población adulta, con raros reportes de población pediátrica posterior a fractura fisaria. Estimar la cantidad de pacientes afectados por NAV postraumática es difícil debido al traslape de síntomas relacionados al trauma y la heterogeneidad de tratamientos, así como la subestimación de casos con manejo conservador. 57% de los casos se presentan después de los 2 años y pueden tener presentación silente.^{32,33}

Los estudios anatómicos han demostrado que el flujo sanguíneo proveniente de las arterias circunflejas humerales se ve alterado en esta complicación siendo la lesión de la arteria circunfleja anterior la más frecuentemente dañada.^{22,31}

La frecuencia de presentación de la NAV posterior a fijación de fractura varía del 4-42% sin importar el tipo de implante utilizado, aunque se han descrito factores radiográficos predictivos de NAV posterior a la fijación los cuales incluyen: cabeza humeral en alineada en varo, calcar inestable, mala reducción.³⁴

La osteosíntesis con clavo centromedular se recomienda ampliamente en fracturas Neer 3 debido a la menor frecuencia de NAV, a diferencia de las fracturas Neer 4 donde no es más benéfico que cualquier otro tipo de osteosíntesis para prevenir la NAV. La fijación sistemática de fracturas de 3 y 4 fragmentos permite la consolidación, pero no previene la osteonecrosis. La osteonecrosis y la consolidación viciosa degrada el estado funcional del paciente de acuerdo con las escalas de DASH y Constant.²⁹ Por otro lado la fijación anatómica tiene resultados equivalentes a artroplastia primaria, mientras que los Metaanálisis favorecen fijación sobre artroplastia en función y arcos de movimiento, por lo tanto los pacientes requieren una valoración del riesgo después de la fractura para juzgar si la artroplastia puede realizarse para prevenir la NAV como secuela tardía.^{32,35}

La Clasificación de Cruess (Figura 2)³⁶ se utiliza para estadificar la gravedad de la necrosis avascular y consiste en los siguientes criterios:

- Estadio 1 – pre-radiológico, ausencia de características radiológicas, presentan rigidez, dolor y limitación de arcos de movimiento
- Estadio 2 – morfología de cabeza conservada, presenta osteoporosis difusa, forma esclerótica y forma mixta
- Estadio 3 – osteo-necrosis con signo de la luna creciente, colapso subcondral,
- Estadio 4 -- colapso subcondral severo, deformidad de cabeza humeral, aplanamiento superior
- Estadio 5 – alteraciones en glenoides

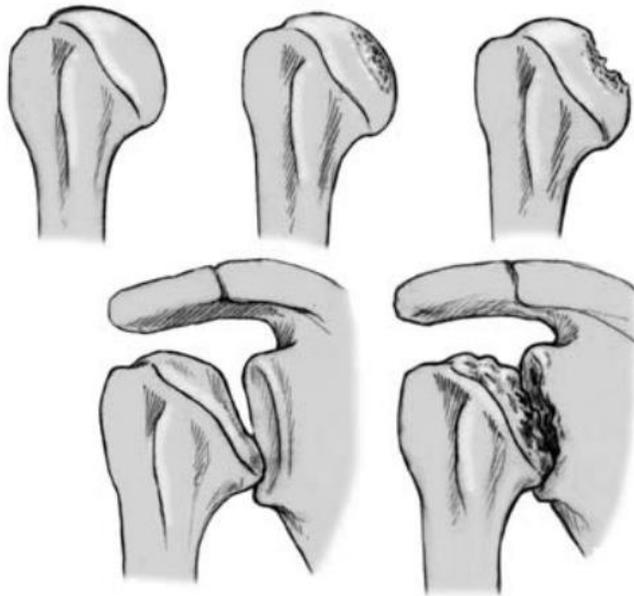


Figura 2. Clasificación de Cruess para Necrosis Avascular de cabeza humeral (tomado de Habermeyer P Classifications and scores of the shoulder. Springer; 2006. 297 p)

Por otro lado la deformidad en varo también ha sido considerada en estudios biomecánicos como un factor que modifica las fuerzas musculares para la elevación del hombro, así como causa de dolor y mala funcionalidad postquirúrgica³⁷.

Estudios previos han demostrado que cambios postquirúrgicos en el ángulo cérvico diafisario es factor pronóstico para pérdida de la reducción, por lo que deben utilizarse radiografías periódicas para evaluar posteriormente al paciente (8, 16).

Nolan et al.¹² han reportado consolidaciones postquirúrgicas en posiciones no anatómicas, con alteración de ángulo cérvico diafisario con deformidad en varo, así como desplazamiento de la tuberosidad mayor que llevan a síntomas de pinzamiento subacromial y de manguito de los rotadores. Como resultados postquirúrgicos se ha reportado flexión, abducción y rotación externa con valores de 137.3°, 138.4° y 43.1° respectivamente¹.

En una revisión sistemática sobre enclavado endomedular en fractura de húmero proximal, se reportan 160 / 385 casos con complicaciones postquirúrgico, 10% corresponden a pérdida de la reducción, 9% con migración de material, 9% consolidación viciosa, 4% necrosis avascular y 4% pinzamiento subacromial¹ requiriendo al menos un año de seguimiento. En dicha revisión se realiza un seguimiento mínimo de 3 años y hasta 6 años postquirúrgicos.

Ensayos clínicos han reportado resultados funcionales con clavo centro medular tipo PH con arcos de movimiento de hombro con elevación de 134.6° (desviación estándar 26.1, rango 90-170), abducción 115.3°

(desviación estándar 26.1, rango 90-170), reportándose pérdida del ángulo cérvico-diafisario de 4.6° (rango 0-45°) y 6.7% de no unión ¹⁴. Estas alteraciones funcionales se asocian a alteraciones radiográficas posteriores a la osteosíntesis, aunque no significan el único factor de riesgo, se pueden emplear como factor pronóstico para el resultado a largo plazo del paciente.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro del estudio de fracturas de húmero proximal, los cambios en las mediciones radiográficas postquirúrgicas son un determinante de la reducción anatómica de la fractura, además de ser factor pronóstico del resultado clínico, presencia de complicaciones como la necrosis avascular, pseudoartrosis y aflojamiento de material de osteosíntesis.

No existe un método de manejo quirúrgico ideal en fracturas de húmero proximal desplazadas. El clavo centromedular presenta una técnica quirúrgica y manejo de tejidos blandos muy diferente a la fijación de fracturas con placas anguladas o de artroplastias, por lo cual es relevante evaluar el estado radiográfico postquirúrgico de este método de fijación a largo plazo.

Se han reportado estudios de seguimiento de mediciones radiográficas y su relación con el pronóstico del manejo con placas anguladas ^{4,10}, sin embargo, pocos estudios han evaluado las mismas características en fijación con clavo centro medular ^{13,39}, tampoco se han descrito la frecuencia de las complicaciones postquirúrgicas valoradas radiográficamente con mediciones estándar (ángulo cérvico diafisario, offset medial, espacio subacromial, distancia tuberosidad cabeza) en dicho método de fijación en valoraciones a largo plazo.

JUSTIFICACIÓN

El porcentaje de falla de fijación de fracturas con placa es de 6.7 a 21.9%. Está demostrado los principales factores pronósticos son la alteración del ángulo cérvico diafisario (ACD) en $>10^\circ$ y de la distancia tuberosidad-cabeza (DTC) en >5 mm. Presentando esta alteración considerada como pérdida de la reducción en 16.9% de los casos reportados en pacientes con fijación con placa ^{22,38,40} sin embargo estos parámetros han sido ambiguos respecto a la fijación de fracturas con clavo centromedular. Con este estudio se busca determinar alteraciones en valores de medidas radiográficas estándar (ángulo cérvico diafisario, offset medial, distancia tuberosidad-cabeza y espacio subacromial) como un factor que se asocia al porcentaje de complicaciones posteriores a la fijación con clavo centromedular, es decir con un método de fijación menos invasivo y con ventajas biológicas sobre las placas. Así como determinar la frecuencia de cambios radiográficos en el tiempo de valoración de los pacientes.

HIPÓTESIS

- Los pacientes con fractura de húmero proximal tratados con clavo centromedular consiguen una reducción anatómica de la fractura en al menos 80% de los casos
- El ángulo cérvico diafisario distancia tuberosidad-cabeza y offset medial del húmero se alteran a 12 meses de seguimiento al menos 16.9% de los casos
- Las complicaciones postquirúrgicas (necrosis avascular, aflojamiento de material, consolidación viciosa en varo o valgo) tienen frecuencia menor del 20% en pacientes con fractura de húmero proximal tratadas con clavo centro medular

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Determinar si se tiene una reducción anatómica radiográfica en mediciones de paciente con fractura de húmero proximal sometidos a osteosíntesis con clavo PH en el momento postquirúrgico y a los 12 meses de seguimiento.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Investigar la calidad de reducción en fracturas de húmero proximal de 2,3 y 4 fragmentos en el postquirúrgico inmediato
- Identificar cambios radiográficos en mediciones de ángulo cérvico diafisario, distancia tuberosidad-cabeza y offset medial en pacientes postoperados de osteosíntesis con clavo centro medular en fracturas húmero proximal a 12 meses de seguimiento
 - Cuantificar la frecuencia de complicaciones postquirúrgicas en la osteosíntesis de húmero proximal con clavo centromedular a 12 meses de seguimiento y su relación con cambios de mediciones radiográficas estándar en dichas evaluaciones.

DISEÑO Y METODOLOGÍA

Tipo de estudio:

Estudio observacional, descriptivo, de cohorte, retrospectivo y retrolectivo.

Descripción del universo de trabajo.

Pacientes mayores de 18 años, con fractura de húmero proximal de 2, 3 y 4 fragmentos, ingresados en el Instituto Nacional de Rehabilitación y tratados quirúrgicamente con osteosíntesis con clavo Tragón PH, en el periodo de enero 2014 a diciembre de 2018, con seguimiento radiográfico a 12 meses.

Criterios de Inclusión.

- Pacientes mayores de 18 años
- Expediente clínico completo
- Fractura de húmero proximal verificada radiográficamente al ingreso (Clasificación AO 11, Clasificación de Neer 2,3 o 4)
- Tratamiento quirúrgico con Clavo centromedular PH
- Seguimiento radiográfico con proyección AP verdadera de hombro al postquirúrgico inmediato y a los 3,6 o 12 meses de la fecha de lesión

Criterios de eliminación.

- Pérdida del seguimiento radiográfico a 12 meses de la fecha de lesión
- No contar con radiografía AP verdadera de hombro
- Mala técnica radiográfica en proyección AP verdadera de hombro
- No contar con expediente clínico con seguimiento a 6 y 12 meses
- Manejo conservador por máximo beneficio
- Lesión neurovascular preexistente al momento de la cirugía ya sea congénita o adquirida

Criterios de exclusión.

- Pacientes con fractura de húmero proximal de 1 fragmento (fracturas no desplazadas)
- Cirugía diferida
- Osteosíntesis con implante de osteosíntesis diferente a clavo centromedular PH
- Sin seguimiento radiográfico
- Solicitaron alta voluntaria sin manejo quirúrgico en esta institución
- Durante hospitalización se opta manejo conservador por máximo beneficio del paciente
- Presentar fractura en terreno previamente dañado (Patológica)
- Recibieron manejo con clavo PH que no correspondía a una fractura AO 11 durante la valoración radiográfica
- recibieron manejo con algún otro implante (hemiartroplastia, placa, resección artroplastica, etc.)

Tamaño de la muestra.

Este estudio se trata de una cohorte histórica la cual se realiza desde 2014 hasta 2017 con todos los pacientes atendidos en este Instituto, por lo cual no consideramos necesario realizar un cálculo de tamaño de muestra. Para estimar los cambios radiográficos esperados en nuestros pacientes se compararán con los resultados de series de casos y ensayos clínicos reportados en diversas fuentes de la literatura (ver tabla 1)

De acuerdo con los resultados de Wong et al ¹ 40% de los pacientes estudiados presentan complicaciones, entonces el tamaño mínimo de la muestra para detectar la magnitud de las complicaciones totales tanto como 0.40 (o sea 40%) con un intervalo de confianza W de +/- 0.20 y un nivel de confianza del 95% ($Z\alpha = 1.96$) es:

$$N = 4Z\alpha^2 p (1-p) / W^2 \text{ de donde:}$$

$$N = 4 (1.96)^2 0.40 (1-0.40) / (0.20)^2 = 96 \text{ pacientes}$$

Descripción de las variables de estudio, unidades de medida y escalas de medición.

Tabla 4. Operacionalización de variables del estudio

Variable	Definición conceptual	Definición operacional y valores de medición	Tipo de variable
Edad	Años de vida que tiene el paciente al momento de la cirugía	Años (mayores de 18 años)	Cuantitativa Discreta
Sexo	Genero al que pertenece el paciente	Masculino Femenino	Cualitativa Nominal
Lateralidad de la lesión	Lado afectado por la fractura, el cual se define en el momento del ingreso al hospital y se corrobora en notas de evolución. En caso de ser bilateral se tomarán como casos separados	Derecho Izquierdo	Cualitativa Nominal
Grado de fractura	Nivel de afectación caracterizado por Desplazamiento > 1cm angulación >45°	Clasificación de Neer 2,3 o 4 fragmentos de Neer (figura 1)	Ordinal
Fecha de lesión	Día que ocurre la lesión o fractura	Día / mes / año	Nominal
Fecha de cirugía	Día que se realiza procedimiento quirúrgico	Día /mes / año	Nominal
Fecha de radiografía a los 12 meses	Día que se realiza la radiografía de seguimiento a los 12 meses de operado	Día / mes / año	Nominal
Calidad de la Reducción de la fractura	De acuerdo con los valores de las mediciones radiográficas obtenidos, si estos se encuentran dentro de rangos de	Anatómica (ACD135-140; OM 4-14mm;	Dicotómica

normalidad se considera una reducción anatómica DTC 6-10mm y ES 10-15mm)

No anatómica (cualquier valor fuera de los rangos establecidos como anatómicos)

Mediciones radiográficas

Ángulo cérvico diafisario (CD) Ángulo formado por la intersección de línea diafisaria y línea perpendicular al cuello anatómico, medido en grados, valor normal 135-140° Medición en grados Continua
Deformidad en valgo con CD >160°
Deformidad en varo con CD <120°.

Offset medial (OM) Distancia perpendicular del centro de rotación de la cabeza humeral a la línea de eje longitudinal del húmero, medida en milímetros, valor normal 4-14 mm de acuerdo a mediciones de Pearl⁷, 7-9 mm según Iannotti⁸ Medición en milímetros Continua
Valor normal 4-14mm

Distancia tuberosidad cabeza (DTC) Distancia vertical entre la tangente del punto más alto de la cabeza humeral y la tuberosidad mayor, medido en milímetros, valor normal 6-10 mm según Pearl⁷ o promedio de 8 mm (2-12mm) de acuerdo a Iannotti⁸ Medición en milímetros Continua
Valor normal 6-10 mm

Espacio subacromial (ES) Distancia entre el tercio anterior del acromion y la cabeza humeral, medido en milímetros, con valor normal 10-15mm Medición en milímetros Continua
Valor normal 10-15 mm

Complicaciones

Necrosis avascular Pérdida de flujo sanguíneo sobre el tejido óseo del húmero proximal. Clasificación de Cruess Ordinal
Grado 1,2,3 o 4 (figura 2)

Pseudoartrosis Falta de consolidación de la fractura determinada por ausencia de contacto de corticales o presencia de brecha ósea Si, No Dicotómica

Aflojamiento de material	Migración de material de osteosíntesis o fatiga de este	Si, No	Dicotómica
Reintervención quirúrgica	Necesidad de realizar un procedimiento posterior a la osteosíntesis dentro de los cuales se engloba la presencia de retiro de material, artroplastias de resección, lavados quirúrgicos u otros procedimientos.	Si, No	Dicotómica
Cirujano	Se asignará un numero anónimo a cada uno de los cirujanos sin orden específico	Cirujano identificado en la nota postquirúrgica 1, 2,3 etc	Nominal

ASPECTOS ÉTICOS Y DE BIOSEGURIDAD.

De acuerdo con las Definiciones de Riesgo de la Investigación del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud la investigación es clasificada como: investigación sin riesgo

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

De acuerdo con los Procedimientos Normativos del Instituto Nacional de Rehabilitación, todos los pacientes a su ingreso firman una carta de consentimiento informado en la cual se expresa la posibilidad de realizar investigación con los datos obtenidos durante su estancia hospitalaria y sus valoraciones posteriores. Dicho documento acredita su ingreso al hospital y permite realizar los procedimientos quirúrgicos necesarios.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Se clasificaron cada fractura de acuerdo con la Clasificación de Neer en 2, 3 o 4 fragmentos, se analizará por cada grupo características de edad, sexo, lateralidad de la lesión, tiempo de seguimiento de acuerdo con la fecha de lesión y fecha de radiografía a los 12 meses de seguimiento. Se calcularán medidas tendencia central y dispersión, para comparación de medidas escalares de muestras relacionadas se utilizará la prueba de t de Student para muestras relacionadas; para variables nominales se utilizará Chi cuadrada.

Las mediciones radiográficas y la presencia de complicaciones postquirúrgicas se calculan por al menos 3 investigadores (investigador Principal Dr Ruiz y Investigadores asociados Médicos residentes). Se analizaron las mediciones radiográficas de acuerdo con el siguiente esquema

Tabla 5 Esquema de análisis estadístico para factores radiográficos

Factor radiográfico	Complicaciones totales		Estadístico de comparación
	SI (n =)	No (n =)	
ÁCD	Media 1	Media 2	SI = t de student; No = U de Mann-Whitney

<i>DTC</i>	<i>Media 1</i>	<i>Media 2</i>	<i>SI = t de student; No = U de Mann-Whitney</i>
<i>OM</i>	<i>Media 1</i>	<i>Media 2</i>	<i>SI = t de student; No = U de Mann-Whitney</i>
<i>ES</i>	<i>Media 1</i>	<i>Media 2</i>	<i>SI = t de student; No = U de Mann-Whitney</i>

Se toma como desenlace primario la reducción anatómica de la fractura de húmero proximal, ajustándose a medidas radiográficas estandarizadas en el protocolo, Otras variables categóricas serán presentadas como valores absolutos y porcentajes, las variables continuas como medianas y desviación estándar.

El análisis de normalidad se evalúa a través de la prueba Kolmogorov-Smirnov. Para controlar el efecto de la edad se realizaría un análisis de covarianza y al mismo tiempo se tendrían que realizar análisis multivariados para introducir la influencia del género, el lado afectado, la clasificación de Neer y la clasificación AO hasta donde el modelo sea lo suficientemente robusto para evitar errores beta por baja potencia estadística

Los análisis serán analizados en una base de datos a través del programa estadístico SPSS versión 20 (IBM statistics).

SELECCIÓN DE LAS FUENTES, MÉTODOS, TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.

La población estudiada se trata de todos los pacientes a los cuales se realiza procedimiento quirúrgico de fijación con clavo centromedular (Targon PH) servicio de traumatología del Instituto Nacional de Rehabilitación, los años 2014 a 2017.

Se trata de fuente primaria del expediente electrónico y radiográfico. De observación directa, sin requerir algún instrumento de medición específico para la recolección de información. La información obtenida será de forma retrolectiva.

La recolección de información se realiza por al menos 3 personas (investigador principal y médicos residentes de ortopedia), obteniendo los datos de Sistema Automatizado de Información Hospitalaria (SAIH) y se verifica el expediente radiográfico por medio del sistema DICOM al cual tienen acceso todos los investigadores asociados. Posteriormente se capturan en una base de datos de acuerdo con la cohorte histórica del servicio de traumatología de los años 2014 a 2017.

Descripción de los procedimientos

Una vez obtenida la información del expediente electrónico del SAIH y DICOM del Instituto Nacional de Rehabilitación, se procede a realizar las mediciones radiográficas de cada paciente (ACD, OM, ES y DTC) en el posquirúrgico inmediato y en el último seguimiento radiográfico, se captura la fecha de cirugía y la fecha de última radiografía. Se determina la calidad de la reducción como anatómica o no anatómica de acuerdo con las mediciones radiográficas que se encuentran dentro de rangos fisiológicos.

Se anexan las mediciones radiográficas a un archivo electrónico, se captura el investigador que realiza la medición y se colocan las mediciones en la base de datos.

Posteriormente se identifican durante la valoración radiográfica las complicaciones existentes a los 12 meses de seguimiento, las cuales se capturan en la base de datos para su posterior análisis.

RECURSOS MATERIALES

Se obtendrá el censo de pacientes post-operados de fracturas de húmero proximal dentro de pacientes del Servicio de Traumatología del Instituto Nacional de Rehabilitación, por medio de la plataforma del expediente electrónico (SAIH) se obtendrán datos demográficos y clínicos. Además, se requiere acceso al expediente radiográfico del sistema DICOM del Instituto Nacional de Rehabilitación.

Los investigadores actuales se encuentran laborando en activo dentro del Instituto Nacional de Rehabilitación, cuentan actualmente con acceso a dicha información.

Se cuenta actualmente por parte de los investigadores con uso de 1 computadora con software Excel (Microsoft) para recolección de datos, el software estadístico SPSS versión 20 (IBM statistics) para análisis de datos, así como el software RadiAnt DICOM Viewer 4.0.3 (Medixant) para realizar las mediciones radiográficas y valoración de características postquirúrgicas de pacientes.

El protocolo no requiere de financiamiento externo, los gastos de papelería o uso de computadoras son gastos corrientes del Servicio de traumatología que se encuentran ya determinados previamente y el protocolo no afecta dicho presupuesto.

RESULTADOS

Se tienen registrados 102 casos de fracturas de húmero proximal operados en el INR del periodo 2014 a 2017 con clavo PH. Se eliminaron 2 pacientes por falta de seguimiento postquirúrgico inmediato, mientras que 16 pacientes contaban con menos de 4 meses de seguimiento necesarios para determinar la consolidación de la fractura por lo cual fueron eliminados del análisis final. Registrándose un promedio de 21 casos intervenidos por cada año evaluado en este estudio.

De los 84 casos analizados, la distribución respecto a lado afectado fue similar (derecho 48.8%, izquierdo 51.2%), no así para el caso del género, donde el 76.2% de los casos se presentaron en pacientes femeninos (n=64), mientras que solamente 23.8% (n=20) fueron masculinos, teniendo una relación de 3.2:1 F:M.

La edad promedio de presentación fue de 65 ± 2 años, aunque el grupo de edad con mayor prevalencia fue de 70 a 79 años (34.5%). Dicha distribución tuvo diferencias respecto al género, donde el 75% de las mujeres se presentaron en el grupo de 60 a 89 años, mientras que el 50% los hombres se presentaron en el grupo de 18 a 49 años.

El grado de desplazamiento o severidad de acuerdo con la clasificación de Neer, presento diferencias donde el 40.4% (n=34) de los casos corresponden al grado II, mientras que 29.7% (n=25) fueron de grado III o IV respectivamente.

El tiempo promedio de intervención quirúrgica fue de 8.7 ± 0.6 días, el cual se mide de la fecha de lesión a la fecha de cirugía, no se mostraron diferencias respecto a la severidad de la lesión (clasificación de Neer). En cuanto la técnica quirúrgica, el 67/84 (79.4%) de casos fueron intervenidos con abordaje lateral siendo el más prevalente de todo el estudio, seguido del anterolateral (9.5%), anterior (6.0%) y deltopectoral (3.6%). En un solo caso no se reporta en la nota postquirúrgica el abordaje utilizado. Todos los casos fueron realizados en posición de silla de playa y bajo visión fluoroscópica transquirúrgica.

Se reportaron 8 cirujanos diferentes que realizan las intervenciones quirúrgicas, en el 86.9% (n=73) de los casos se identifica a médicos adscritos como cirujano principal, mientras que únicamente 11 casos (13.1%) se reporta a médicos residentes asistidos por adscrito como cirujano principal.

El seguimiento por la consulta externa tuvo una media y desviación estándar de 13.9 (± 1.0) meses para el grupo total de casos, sin embargo, únicamente 35 casos (41.6%) tienen seguimiento mayor a 12 meses. El seguimiento máximo registrado es de 45 meses. No hubo diferencias por grupo de edad ni por clasificación de Neer.

En cuanto a la funcionalidad, la medición media de grados de movimiento reportados fue: flexión $101^\circ \pm 5^\circ$, abducción $96^\circ \pm 5^\circ$, rotación interna $28^\circ \pm 2^\circ$ y rotación externa $30^\circ \pm 2^\circ$, teniendo baja proporción de información que no pudo obtenerse de los expedientes (3,4,16 y 13 casos respectivamente para cada arco de movimiento).

ANGULO CERVICODIAFISARIO (ACD)

El ángulo cérico diafisario inicial tiene una media de $139.5 \pm 1.4^\circ$, mientras que se reporta una media de $136.6 \pm 1.5^\circ$ al final del seguimiento de los pacientes, lo cual puede considerarse dentro de parámetros normales ($135-140^\circ$).

Respecto a la deformidad varo, 46% ($n=23/50$) de los pacientes Neer III/IV se encuentran por debajo de los 135° de angulación, en sin embargo al realizar el análisis estratificado, se observa que 7.1% ($n=6$) presentan deformidad en varo severa ($<120^\circ$) al inicio de la valoración radiográfica, mientras que aumenta hasta el 10.7% ($n=9$) el final del seguimiento.

La deformidad en valgo ($>140^\circ$) se presenta en mayor frecuencia en pacientes Neer II con 44.1% ($n=15/34$) al inicio del seguimiento, que disminuye a 23.5% ($n=8$) al concluir el seguimiento. La angulación en valgo severo ($>160^\circ$) se presenta en 6% de los casos en la valoración inicial, reduciendo hasta 1.2% al final del seguimiento.

De forma general el 30.9% de los casos ($n=26/84$) presenta un cambio de ACD (ΔACD) $\geq 10^\circ$; siendo más frecuente ($n=19/50$; 38%) en pacientes con lesiones graves (Neer III/IV), no así para los paciente con Neer II ($n=7/34$; 20.6%).

OFFSET MEDIAL

Los valores normales considerados de 4 a 14 mm se identificaron en 42.9% ($n=36/84$) y 38.1% ($n=32/84$) al inicio y final del seguimiento respectivamente. Una alta proporción ($n=48/84$, 57.1%) se encuentra con mediciones por debajo de lo normal ($<4\text{mm}$) desde la primera valoración radiográfica y esto se acentúa principalmente en los casos Neer II ($n=24/34$; 70.6%).

En 94% de los casos ($n=79$) no se observaron cambios mayores de 5mm respecto a la valoración inicial y final.

DISTANCIA TUBEROSIDAD CABEZA

La medición de la DTC se reporta en 56.0% ($n=47/84$) y 60.7% ($n=51/84$) en menor de 6 mm al inicio y al final del seguimiento respectivamente, siendo los valores más frecuentes en todo el estudio. Los valores reportados por la literatura como dentro de parámetros anatómicos son de 6 a 10 mm, encontrando estos valores en 26.2% inicial y 27.4% final.

Los valores de DTC >10 mm al final del seguimiento se reportan con más frecuencia en paciente con Neer III/IV (14%) que en los pacientes con Neer II (8%); generalmente asociado a consolidación viciosa proximal del troquiter causando ascenso de este o por necrosis del troquiter.

El 86.9% de los casos ($n=73/84$) se mantiene con variaciones de DTC (ΔDTC) menores de 5 mm, 10 casos presentaron ΔDTC de 5 a 10 mm y un solo caso presento variación de >10 mm asociado a consolidación viciosa del troquiter.

ESPACIO SUBACROMIAL

La medición promedio de espacio subacromial (ES) al inicio y al final del seguimiento fue de 10.8 ± 0.5 mm y 9.8 ± 0.5 mm con un Δ ES global de 1.0 ± 0.7 mm, representando un cambio mínimo de esta medición a lo largo del estudio. Únicamente 9.5% de los casos ($n=8$) presentaron mediciones de espacio subacromial aumentadas (>15 mm), mientras que una alta proporción de los casos presentaban un ES estrecho (<10 mm) representando hasta 41.7% al inicio y 52.4% al final del seguimiento, sin diferencia de presentación respecto a la clasificación de Neer.

Al analizar el Δ ES por subgrupos de acuerdo con la clasificación de Neer, 94.1% del grado II de Neer ($n=32/34$) tuvo diferencias de ES menores de 5 mm respecto a su valoración inicial y final. En cuanto a los grupos de Neer III y IV presentaron un Δ ES de 5 a 10 mm en 32% y 20% respectivamente. Se reportan 3 casos (12%) con diferencias de >10 mm en Neer IV.

COMPLICACIONES

La complicación más frecuentemente identificada fue la Necrosis avascular (NAV) con 37 (44%) casos reportados en todo el estudio, seguido de la atrofia muscular ($n=12/84$; 14.3%) y en menor medida casos de pseudoartrosis (4.8%) y aflojamiento (3.6%). Cuatro pacientes (4.8%) requirieron reintervención con retiro de material por dolor y uno de ellos presentó agregado infección no relacionada con procedimiento quirúrgico.

En cuanto a la NAV, la presentación más frecuente dentro del estudio fue Grado 2 de Cruess con 21 casos, mientras que 16 casos se presentaron con necrosis avanzada (Cruess 3 y 4). En cuanto a la severidad de la fractura (Neer) el 58% de los casos de necrosis se presentaron en Neer III/IV, mientras que únicamente se obtuvieron 8 casos de necrosis en pacientes con Neer II.

En cuanto a la NAV, el seguimiento medio fue de 14.1 ± 1.7 meses. Se observó un tiempo a cirugía de 8.12 ± 0.6 días para todos tipos de necrosis grado 2 y 3, aunque tuvieron menor tiempo a cirugía los pacientes con Cruess 4 (6.6 ± 0.9 días)

Durante la valoración radiográfica, el ángulo cérvico diafisario (ACD) tuvo una media de $139 \pm 1.9^\circ$ en la primera radiografía postquirúrgica, sin embargo, los pacientes con NAV Cruess 3 tuvieron consolidación en varo ($126.2 \pm 5.5^\circ$) reportándose cambios de ACD (Δ ACD) de $13.8 \pm 3.9^\circ$ en este grupo al final del seguimiento. Para los pacientes con NAV Cruess 4 el Δ ACD fue de $16.7 \pm 3.8^\circ$

Los arcos de movimiento reportados al final del seguimiento fueron (medias \pm DE): flexión de $100 \pm 6^\circ$; abducción $89 \pm 7^\circ$; rotación interna $28 \pm 3^\circ$ y rotación externa $30 \pm 4^\circ$. Estos valores fueron menores para la flexión ($88^\circ \pm 9^\circ$) y abducción ($73^\circ \pm 12^\circ$) en la necrosis grado 4, mientras que para NAV grado 3 mejoran los arcos de movimiento en flexión ($121 \pm 12^\circ$) y abducción ($111 \pm 14^\circ$). La rotación interna y externa no presentaron diferencias por grupos.

Tabla 6 Características demográficas de pacientes postoperados de osteosíntesis con clavo centro medular de acuerdo con Clasificación de Neer

		NEER							
		II (n=34)		III (n=25)		IV (n=25)		total (n=84)	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Genero	femenino	25	73.5	21	84.0	18	72.0	64	76.2
	masculino	9	26.5	4	16.0	7	28.0	20	23.8
Lateralidad	derecho	17	50.0	10	40.0	14	56.0	41	48.8
	izquierdo	17	50.0	15	60.0	11	44.0	43	51.2
Grupo de edad (años)	18-29	1	2.9	0	0.0	3	12.0	4	4.8
	30-39	5	14.7	0	0.0	3	12.0	8	9.5
	40-49	0	0.0	0	0.0	4	16.0	4	4.8
	50-59	0	0.0	5	20.0	2	8.0	7	8.3
	60-69	8	23.5	3	12.0	5	20.0	16	19.0
	70-79	12	35.3	12	48.0	5	20.0	29	34.5
	80-89	3	8.8	4	16.0	3	12.0	10	11.9
	>90	5	14.7	1	4.0	0	0.0	6	7.1
Seguimiento (Meses)	media (DE)	14.0(1.8)		11.9(1.5)		15.8 (2.0)		13.9(1.0)	
	mediana (P25-P75)	11.3(6.5,19.4)		8.9(5.3,15.6)		13.5(6.7,23.4)		10.8(6.3,19.6)	
	Min - Max	4.3, 45.8		4.5, 31.5		4.4, 34.3		4.3, 45.8	
Año de Cirugía	2014	9	26.5	4	16.0	9	36.0	22	26.2
	2015	7	20.6	7	28.0	4	16.0	18	21.4
	2016	13	38.2	11	44.0	6	24.0	30	35.7
	2017	5	14.7	3	12.0	6	24.0	14	16.7
Abordaje	Lateral	27	79.4	19	76.0	21	84.0	67	79.8
	Anterolateral	4	11.8	4	16.0	0	0.0	8	9.5
	Anterior	2	5.9	1	4.0	2	8.0	5	6.0
	Deltopectoral	1	2.9	1	4.0	1	4.0	3	3.6
	No refiere	0		0		1	4.0	1	1.2
Cirujano	PL	9	26.5	3	12.0	4	16.0	16	19.0
	GS	8	23.5	4	16.0	2	8.0	14	16.7
	PG	3	8.8	5	20.0	3	12.0	11	13.1
	GM	4	11.8	2	8.0	5	20.0	11	13.1
	Residente	2	5.9	5	20.0	4	16.0	11	13.1
	SM	0	0.0	4	16.0	4	16.0	8	9.5
	GB	4	11.8	1	4.0	1	4.0	6	7.1
	Otros	4	11.8	1	4.0	2	8.0	7	8.3

Tabla 7 Características clínicas, edad y tiempo de cirugía de acuerdo a clasificación de Neer (DE = Desviación Estándar)

	NEER II (n=34)		III (n=25)		IV (n=25)		Total (n=84)		Sin información (n)
	media	DE	media	DE	media	DE	media	DE	
Edad (años)	68	3	71	2	56	4	65	2	
Tiempo a cirugía (días)	8.8	1.3	7.2	0.5	10.1	1.0	8.7	0.6	
Arcos de movimiento (grados)									
Flexión	100	8	101	8	103	8	101	5	3
Abducción	94	8	94	8	101	10	96	5	4
Rotación Interna	26	4	32	5	29	4	28	2	16
Rotación externa	31	4	33	6	26	3	30	2	13

Tabla 8 Mediciones radiográficas estándar de acuerdo con clasificación de Neer

Mediciones	NEER II (n=34)					NEER III / IV (n=50)				
	Media	DE	Mediana	P25	P75	Media	DE	Mediana	P25	P75
ACD inicial	142.9	1.9	144.0	135.0	149.0	137.2	2.0	137.5	127.0	147.0
ACD final	139.2	1.9	139.5	130.0	145.0	134.8	2.2	140.0	126.0	146.0
<i>DELTA ACD</i>	<i>3.6</i>	<i>1.2</i>	<i>2.5</i>	<i>-2.0</i>	<i>6.0</i>	<i>2.4</i>	<i>1.8</i>	<i>1.5</i>	<i>-4.0</i>	<i>7.0</i>
OM inicial	3.6	0.4	3.2	2.2	4.2	4.7	0.4	4.1	2.5	7.1
OM final	4.1	0.6	3.5	2.3	5.1	4.3	0.4	3.6	2.6	5.3
<i>DELTA OM</i>	<i>-0.5</i>	<i>0.5</i>	<i>0.0</i>	<i>-1.6</i>	<i>0.8</i>	<i>0.5</i>	<i>0.5</i>	<i>0.2</i>	<i>-1.3</i>	<i>2.5</i>
DTC inicial	5.9	0.8	4.9	1.9	7.9	6.6	0.7	5.6	3.1	9.2
DTC final	5.7	0.7	5.3	2.9	6.9	5.9	0.8	4.5	2.5	7.5
<i>DELTA DTC</i>	<i>0.2</i>	<i>0.6</i>	<i>-0.3</i>	<i>-1.4</i>	<i>0.6</i>	<i>0.8</i>	<i>0.6</i>	<i>0.7</i>	<i>-0.9</i>	<i>2.8</i>
ES inicial	10.3	0.7	10.0	7.0	13.9	11.2	0.6	11.1	8.0	14.3
ES Final	8.8	0.7	8.9	5.3	11.5	10.4	1.0	9.9	6.0	12.1
<i>DELTA ES</i>	<i>1.5</i>	<i>0.6</i>	<i>0.7</i>	<i>-0.4</i>	<i>2.0</i>	<i>0.8</i>	<i>1.1</i>	<i>1.7</i>	<i>-2.0</i>	<i>4.9</i>

Tabla 9 Medición de ACD inicial y final de acuerdo con clasificación de Neer

		NEER							
		II (n=34)		III (n=25)		IV (n=25)		total (n=84)	
grados		n	%	n	%	n	%	n	%
Ángulo CD Inicial	<120	1	2.9	2	8.0	3	12.0	6	7.1
	120-134	7	20.6	11	44.0	7	28.0	25	29.8
	135-140	11	32.4	7	28.0	6	24.0	24	28.6
	141-160	13	38.2	4	16.0	7	28.0	24	28.6
	>160	2	5.9	1	4.0	2	8.0	5	6.0
Ángulo CD final	<120	1	2.9	4	16.0	4	16.0	9	10.7
	120-134	11	32.4	8	32.0	6	24.0	25	29.8
	135-140	14	41.2	7	28.0	8	32.0	29	34.5
	141-160	7	20.6	6	24.0	7	28.0	20	23.8
	>160	1	2.9	0	0.0	0	0.0	1	1.2
Cambio de Ángulo CD	0-9°	27	79.4	15	60.0	16	64.0	58	69.0
	≥10°	7	20.6	10	40.0	9	36.0	26	31.0

Tabla 10 Medición de OM inicial y final de acuerdo con clasificación de Neer

		NEER							
		II (n=34)		III (n=25)		IV (n=25)		total (n=84)	
mm		n	%	n	%	n	%	n	%
Offset medial Inicial	<4	24	70.6	10	40.0	14	56.0	48	57.1
	4 a14	10	29.4	15	60.0	11	44.0	36	42.9
Offset medial final	<4	20	58.8	14	56.0	16	64.0	50	59.5
	4 a14	13	38.2	11	44.0	8	32.0	32	38.1
	>14	1	2.9	0	0.0	1	4.0	2	2.4
Cambio en OM	<5	33	97.1	25	100.0	21	84.0	79	94.0
	5 a10	1	2.9	0	0.0	4	16.0	5	6.0

Tabla 11 Medición de DTC inicial y final de acuerdo con clasificación de Neer

	mm	NEER							
		II (n=34)		III (n=25)		IV (n=25)		total (n=84)	
		n	%	n	%	n	%	n	%
DTC inicial	<6	20	58.8	13	52.0	14	56.0	47	56.0
	6 a10	8	23.5	8	32.0	6	24.0	22	26.2
	>10	6	17.6	4	16.0	5	20.0	15	17.9
DTC final	<6	20	58.8	15	60.0	16	64.0	51	60.7
	6 a10	11	32.4	5	20.0	7	28.0	23	27.4
	>10	3	8.8	5	20.0	2	8.0	10	11.9
Cambio DTC	<5	30	88.2	24	96.0	19	76.0	73	86.9
	5 a10	4	11.8	1	4.0	5	20.0	10	11.9
	>10	0	0.0	0	0.0	1	4.0	1	1.2

Tabla 12 Medición de ES inicial y final de acuerdo con clasificación de Neer

	mm	NEER							
		II (n=34)		III (n=25)		IV (n=25)		total (n=84)	
		n	%	n	%	n	%	n	%
ES inicial	<10	15	44.1	8	32.0	12	48.0	35	41.7
	10 a15	17	50.0	15	60.0	9	36.0	41	48.8
	>15	2	5.9	2	8.0	4	16.0	8	9.5
ES final	<10	18	52.9	15	60.0	11	44.0	44	52.4
	10 a15	15	44.1	9	36.0	11	44.0	35	41.7
	>15	1	2.9	1	4.0	3	12.0	5	6.0
Cambio de ES	<5	32	94.1	16	64.0	17	68.0	65	77.4
	5 a 10	1	2.9	8	32.0	5	20.0	14	16.7
	>10	1	2.9	1	4.0	3	12.0	5	6.0

Tabla 13 Frecuencia de complicaciones de acuerdo con clasificación de Neer

Complicaciones	NEER							
	II (n=34)		III (n=25)		IV (n=25)		total (n=84)	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Necrosis	8	23.5	18	72.0	11	44.0	37	44.0
Grado 2	5	14.7	9	36.0	7	28.0	21	25.0
Grado 3 y 4	3	8.8	9	36.0	4	16.0	16	19.0
Atrofia	5	14.7	4	16.0	3	12.0	12	14.3
Reintervención	1	2.9	1	4.0	2	8.0	4	4.8
Pseudoartrosis	1	2.9	0	0.0	3	12.0	4	4.8
Aflojamiento	2	5.9	0	0.0	1	4.0	3	3.6

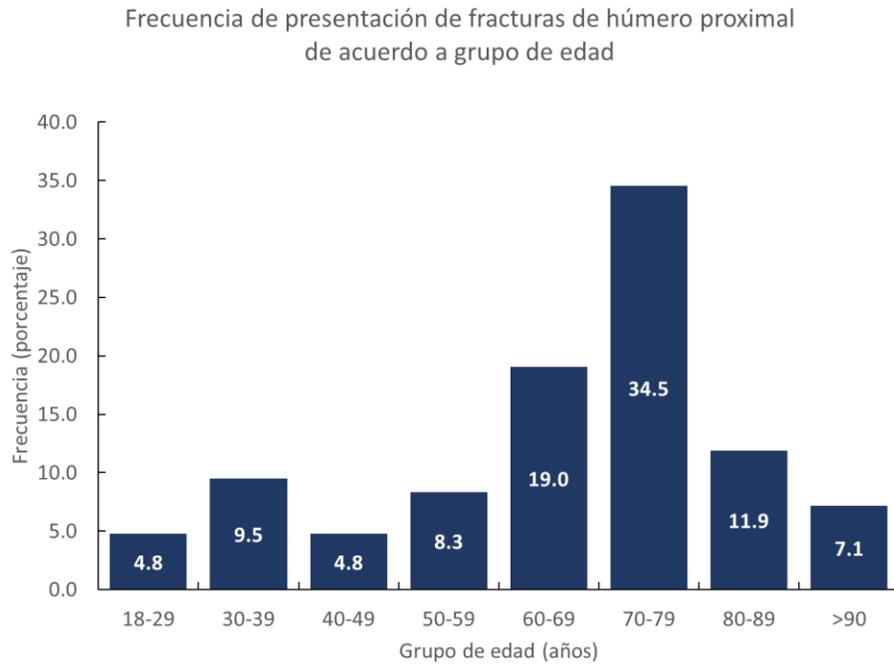


Figura 3. Frecuencia de presentación de fracturas de húmero proximal de acuerdo con grupo de edad

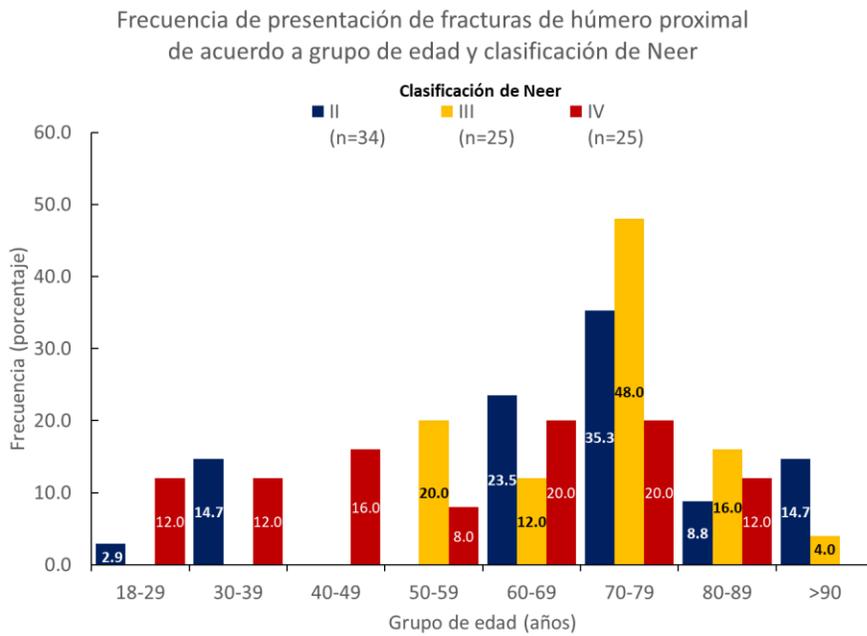


Figura 4. Frecuencia de presentación de fracturas de húmero proximal de acuerdo con grupo de edad y clasificación de Neer

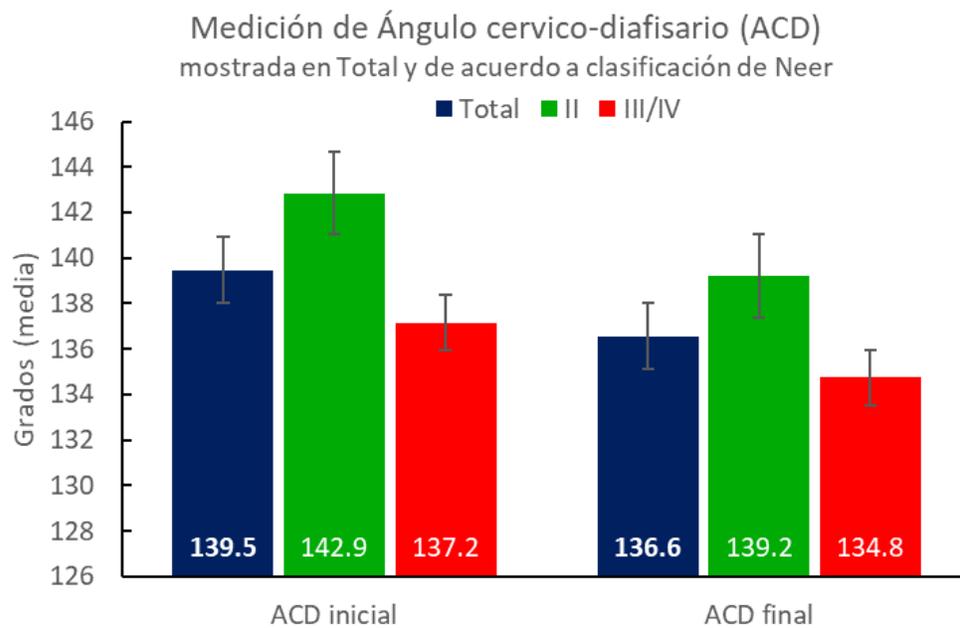


Figura 5. Medición de Ángulo cervico-diafisario (ACD) mostrada en Total y de acuerdo a clasificación de Neer

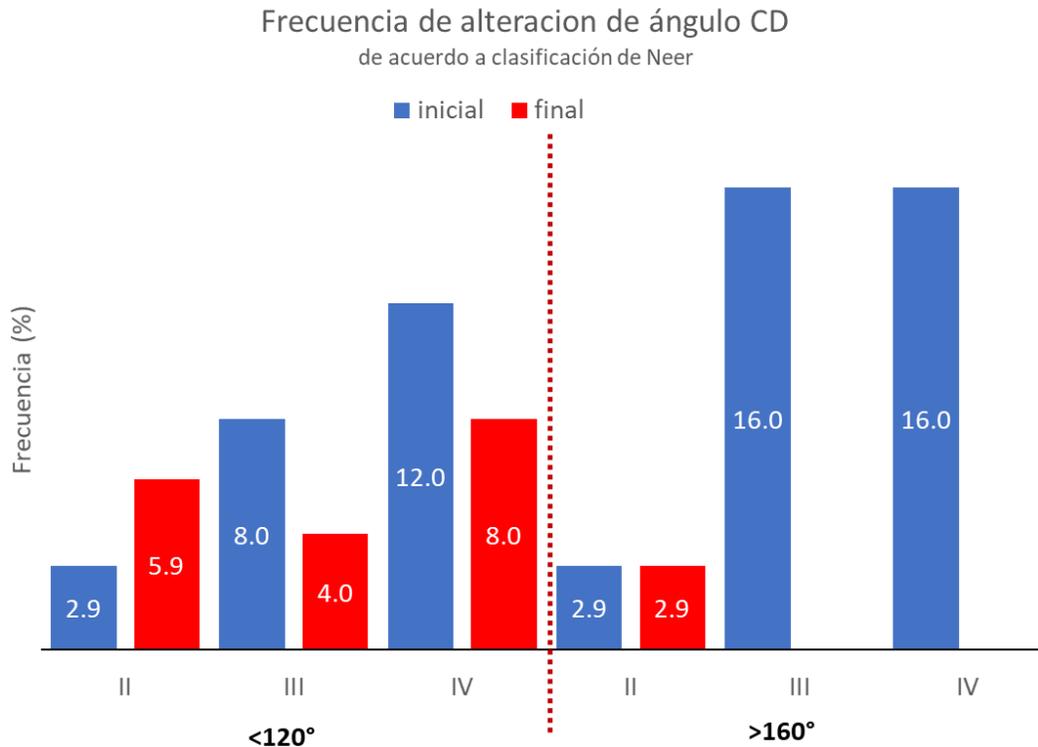


Figura 6. Frecuencias de alteraciones radiográficas en varo y valgo de acuerdo a clasificación de Neer

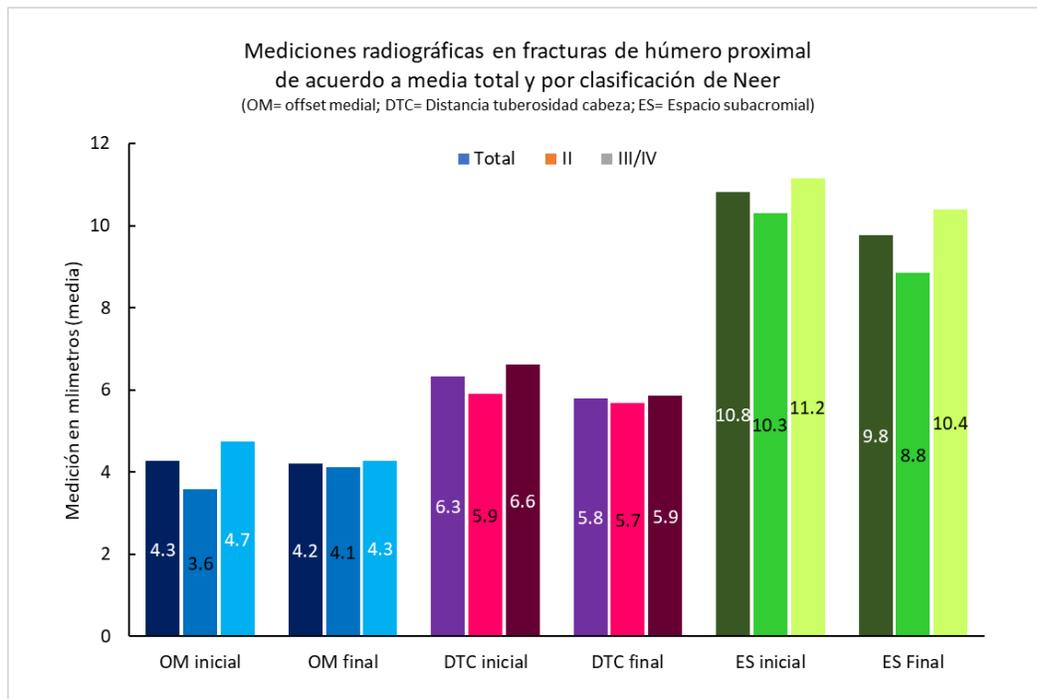


Figura 7. Mediciones radiográficas de fracturas de humero proximal de acuerdo con la media y clasificación de Neer

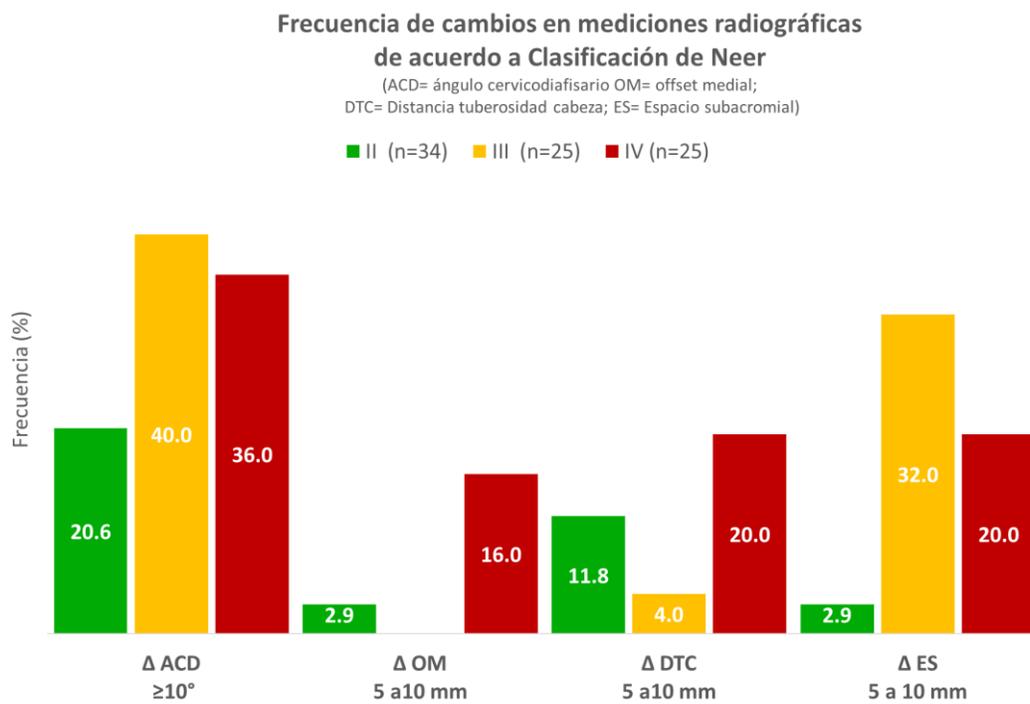


Figura 8. Frecuencia de cambios en mediciones radiográficas de acuerdo con la severidad de la fractura

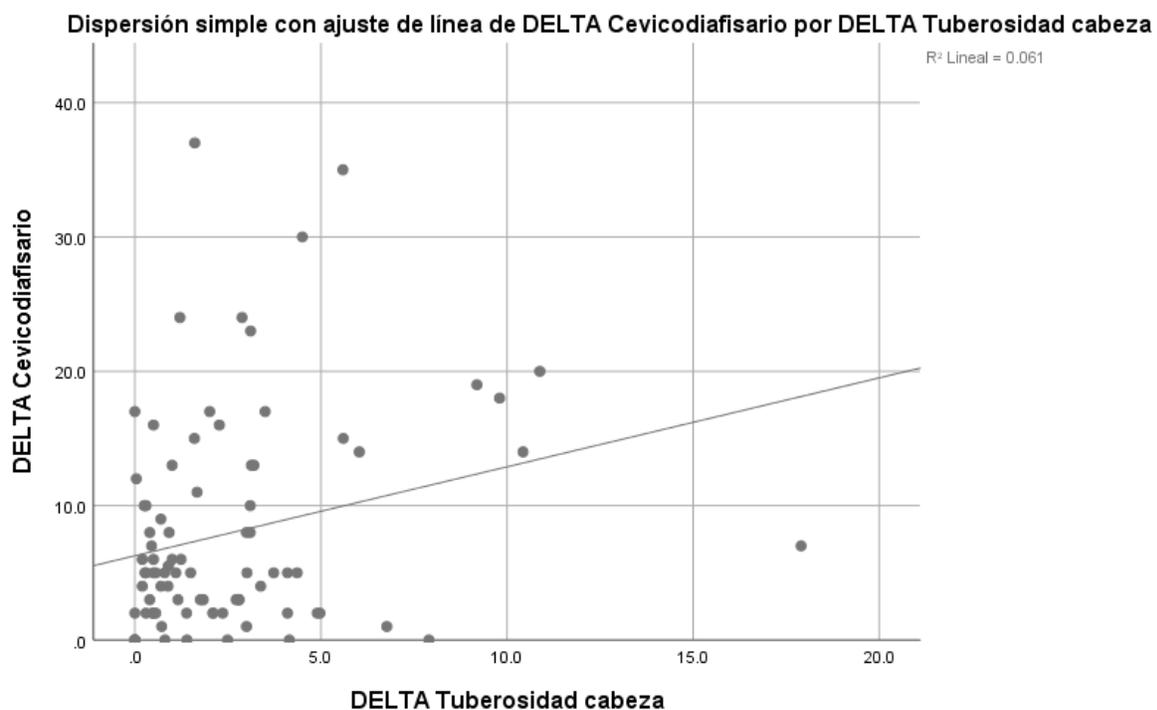


Figura 9. Análisis de dispersión simple y correlación de alteraciones radiográficas (ACT y DTC)

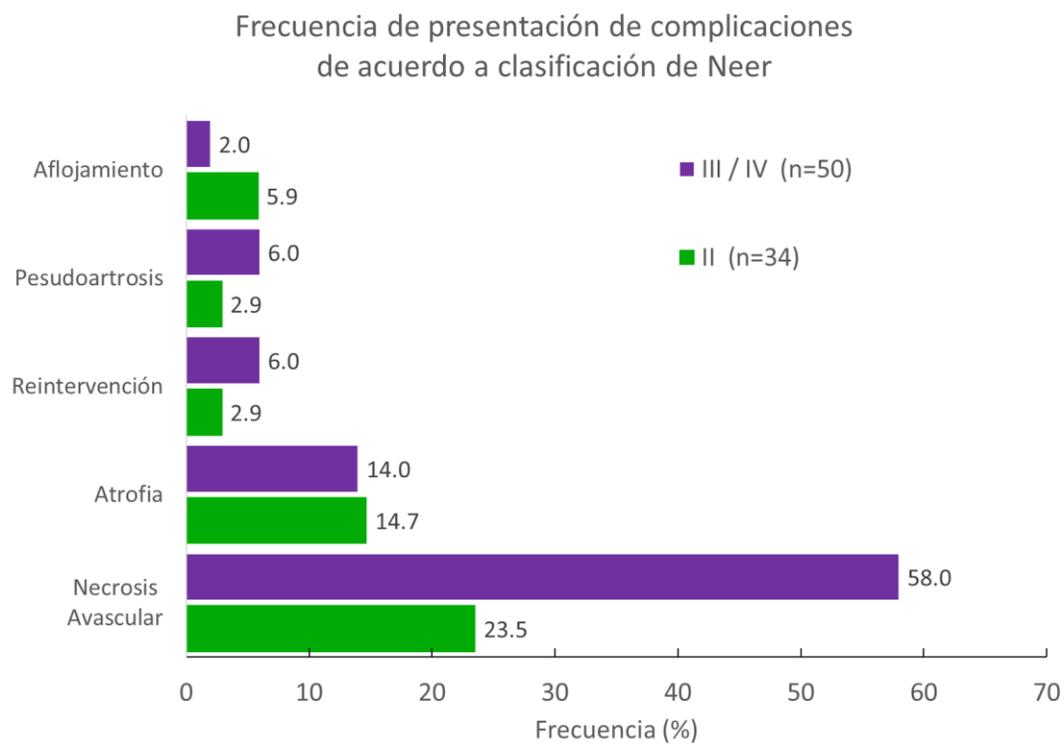


Figura 10. Frecuencia de presentación de complicaciones de acuerdo con severidad de la fractura

DISCUSION

El presente estudio reporta una cohorte histórica registrada en el Instituto Nacional de Rehabilitación del manejo quirúrgico de fracturas de húmero proximal con clavo centro medular. El manejo quirúrgico de esta condición clínica, documentado en distintas series y ensayos clínicos, aún sigue siendo controversial^{17,41,42}. Aunado a esto se ha observado un aumento de 250% de casos ajustado por edad en fracturas de humero proximal por el aumento de la expectativa de vida en países desarrollados³².

La distribución de las características demográficas de nuestra cohorte es comparable a lo reportado en la literatura con mayor frecuencia de casos en mujeres y en pacientes de la 3era edad, sin diferencia de la lateralidad³. En cuanto al grado de desplazamiento de la fractura, nuestros pacientes no presentaron diferencias en cuanto la proporción de grupos de acuerdo a la clasificación de Neer, dato que es importante señalar, ya que existen estudios reportados donde se incluyen una alta proporción de pacientes con baja severidad (Neer 2)^{11,12,14-17}, mientras que pocos incluyen a los de alta severidad (Neer 4)^{1,13,30,39}.

El seguimiento de esta cohorte tiene variabilidad, se excluyen pacientes con seguimiento menor al necesario para lograr la consolidación. Aunque únicamente 41.6% tienen seguimiento mayor a 12 meses, por lo que la frecuencia de presentación de complicaciones a largo plazo puede estar subestimada.

En cuanto a la técnica quirúrgica, existe un protocolo de atención de este padecimiento en el INR, estandarizando el manejo de estos pacientes, así como su protocolo de rehabilitación postquirúrgica. El abordaje más utilizado fue el lateral, congruente con la técnica quirúrgica descrito por la casa comercial²³, en caso de requerir un abordaje diferente, en esta cohorte se realiza para ajustar la reducción de los fragmentos sin afectar la presencia de complicaciones reportadas en esta cohorte.

Un factor que técnicamente no puede controlarse es el tiempo a cirugía, que en este estudio tuvo una demora de 8.7 días, y el cual depende tanto del tiempo que tardan los pacientes en acudir a recibir la atención médica a nuestro Instituto, el ajuste de las comorbilidades y de la compra de insumos por cada paciente. Dichos factores externos requieren de un estudio prospectivo para evitar confusión.

MEDICIONES RADIOGRAFICAS

Las mediciones radiográficas estándar (ACD; ES; DTC Y OM) se encuentran dentro de los promedios identificados tanto por estudios anatómicos como por estudios clínicos reportados para clavo centro medular o placa^{1,11-13,16,17,29}, sin embargo el factor radiográfico que presentó mayor modificación en el seguimiento en nuestra cohorte fue el ACD y el ES, principalmente en pacientes con alta severidad de fractura inicial (Neer III y IV)

La alteración del ACD en altas proporciones ha sido tema de discusión en estudios previos, donde algunos autores reportan toma de radiográficas en rotación interna afectando dichos resultados^{43,44}, mientras que estudios anatómicos con cadáver reportan que en radiografías simples no afecta la medición de ACD con la posición del brazo⁴⁵. Por lo anterior los estudios clínicos han determinado el punto de corte de $\Delta ACD > 10^\circ$, así como el $\Delta DTC > 5\text{mm}$ para tener un impacto clínico y un predictor de pérdida de la fijación⁴³. En nuestro estudio los pacientes que presentaron alteraciones $ACD > 10^\circ$ con mayor frecuencia fueron los Neer III y IV con hasta 40 y 36% de los casos durante el seguimiento, compatible con lo reportado por Ueyama et al¹⁴ y por

Tsitsilonis et al.¹³ donde los cambios en ACD se asocian tanto a la severidad de fractura como al sitio de entrada lateral del clavo.

Existe una tendencia en esta cohorte a presentar deformidad en varo (<135°), con hasta 46% de los casos de alta severidad de fractura (Neer III y IV) esto se compara con los estudios de Nolan et al y Tsitsilonis et al, donde dicha alteración la asocian a la severidad de la fractura con ángulos reportados de hasta 117.9°^{12,13}. Casos menores de 120° en esta cohorte fueron poco frecuentes (<120° hasta 6% de los casos).

Respecto a la alteración de OM, ES y DTC, los pacientes que tuvieron mayores modificaciones fueron los de severidad alta de la fractura (Neer IV), dicho fenómeno ya ha sido reportado en poblaciones estudiadas con alta proporción de pacientes Neer IV, congruente con la severidad de la fractura¹⁴, aunque otros autores refieren que probablemente estas alteraciones se deban a una falta de selección apropiada de los pacientes e incluso recomiendan no utilizar este tipo de implante en pacientes Neer IV²⁹.

COMPLICACIONES

En este estudio se reporta una alta frecuencia de complicaciones a largo plazo (necrosis avascular, pseudoartrosis y aflojamiento), mientras que pocos pacientes presentaron complicaciones en el periodo postquirúrgico temprano (infección de sitio quirúrgico, lesión neurológica).

Las series de pacientes más grandes manejadas con clavo centro medular^{1,25-27} reportadas en la literatura presentan tasas de complicaciones que van del 26% hasta el 59% de los casos reportados, con lo anterior se identifica que el tipo de fractura es propenso a alta tasa de complicaciones per se.

En nuestra cohorte, la complicación más frecuente fue la NAV, La NAV afecta a pacientes con alta severidad de fractura (Neer III/IV) y con edad avanzada en mayor proporción, pero en estadios subclínicos (Cruess 2). Radiográficamente los ACD se alteran en NAV grado 3 y 4, alcanzando rangos reportados como factor de riesgo para pobre funcionalidad (Δ ACD >10°).

Los arcos de movimiento se alteran en NAV, clínicamente el grado 4 presenta mayor limitación funcional para la flexión y abducción de hombro, asociado a las alteraciones radiográficas y a otras complicaciones como la atrofia muscular. A pesar de las alteraciones radiográficas y de arcos de movimiento, se resalta el bajo porcentaje de reintervención quirúrgica que requieren pacientes con NAV de húmero proximal postraumática.

A pesar de existir amplios estudios que indican los factores de riesgos vascular dentro de los cuales se indica la severidad de la fractura³¹, Beck et al indican que existe una asociación de la NAV a la manipulación por el procedimiento quirúrgico, independiente del grado de severidad de la fractura, ya que altera la vascularidad residual por la manipulación⁴¹.

En cuanto a otras complicaciones como la consolidación viciosa, aflojamiento y pérdida de la reducción, nuestros resultados se encuentran dentro de parámetros normales a otros estudios⁴⁶, aunque nuestra tasa de reintervención quirúrgica fue menor.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

En esta tesis se expone una cohorte retrospectiva de un volumen amplio que se pudiera compara con otras publicadas en el resto del mundo, sin embargo, una de las limitantes más marcadas es la falta de escalas funcionales prequirúrgicas a los pacientes, lo que se requiere para estandarizar resultados con respecto a otros países. Además, es necesario estandarizar seguimiento ya que no sabemos porque se pierden pacientes, así como no tratarse de un estudio poblacional, si no más de concurrencia y de concentración de casos por lo que estimar valores nacionales es difícil.

Es importante realiza un estudio comparativo con otros implantes dentro de esta institución, así como valorar el seguimiento de manejo conservador, para identificar los resultados radiográficos de dichos tratamiento. Es de notar que estimar la magnitud real de complicaciones es complicado, ya que el seguimiento no es igual para todos los pacientes y por lo tanto las complicaciones más tardías pueden no registrarse.

Ante dichas situaciones la propuesta por parte del servicio de Traumatología es realizar de forma protocolizada las Escalas funcionales al ingreso y al año de seguimiento dentro de un apartado en nota de evolución.

CONCLUSIONES

Las mediciones radiográficas presentan cambios en valoraciones seriadas a largo plazo. La medida radiográfica con mayor alteración es el ACD, con tendencia de consolidación en varo (<120) al final del seguimiento.

Las alteraciones en ACD ($>10^\circ$) y ES ($>5\text{mm}$) se dan en mayor proporción de pacientes Neer III/IV, acorde a la severidad de la fractura.

A pesar de que la modificación de DTC, OM y ES se presenta en baja frecuencia, el ES estrecho ($<10\text{ mm}$) si tiene alta prevalencia y representa un factor de riesgo para pinzamiento subacromial.

Con excepción de la NAV, el clavo centro medular en este estudio presenta baja proporción de complicaciones, compatible con lo reportado por la literatura

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Wong J, Newman JM, Gruson KI. Outcomes of intramedullary nailing for acute proximal humerus fractures: a systematic review. *J Orthop Traumatol Off J Ital Soc Orthop Traumatol*. 2016;17(2):113-22.
2. Canbora MK, Kose O, Polat A, Konukoglu L, Gorgec M. Relationship between the functional outcomes and radiological results of conservatively treated displaced proximal humerus fractures in the elderly: A prospective study. *Int J Shoulder Surg*. 2013;7(3):105-9.
3. Passaretti D, Candela V, Sessa P, Gumina S. Epidemiology of proximal humeral fractures: a detailed survey of 711 patients in a metropolitan area. *J Shoulder Elbow Surg*. 2017; 26 (12) 2117-2124
4. Calori GM, Colombo M, Bucci MS, Fadigati P, Colombo AIM, Mazzola S, et al. Complications in proximal humeral fractures. *Injury*. 2016;47:S54-8.
5. Carofino BC, Leopold SS. Classifications in Brief: The Neer Classification for Proximal Humerus Fractures. *Clin Orthop*. 2013;471(1):39-43.
6. Robinson BC, Athwal GS, Sanchez-Sotelo J, Rispoli DM. Classification and Imaging of Proximal Humerus Fractures. *Orthop Clin North Am*. 2008;39(4):393-403.
7. Pearl ML, Volk AG. Coronal plane geometry of the proximal humerus relevant to prosthetic arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 1996;5(4):320-6.
8. Iannotti J, B Lippitt S, Williams G. Variation in neck-shaft angle: influence in prosthetic design. *Am J Orthop* 2008; 36 (12 Suppl 1) 9-14
9. Takase K, Imakiire A, Burkhead WZ. Radiographic study of the anatomic relationships of the greater tuberosity. *J Shoulder Elbow Surg*. 2002;11(6):557-61.
10. Bai L, Fu Z-G, Wang T-B, et al. Radiological evaluation of reduction loss in unstable proximal humeral fractures treated with locking plates. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR* 2014; 100: 271–274.
11. Gracitelli MEC, Malavolta EA, Assunção JH, et al. Locking intramedullary nails compared with locking plates for two- and three-part proximal humeral surgical neck fractures: a randomized controlled trial. *J Shoulder Elbow Surg* 2016; 25: 695–703.
12. Nolan BM, Kippe MA, Wiater JM, et al. Surgical treatment of displaced proximal humerus fractures with a short intramedullary nail. *J Shoulder Elbow Surg* 2011; 20: 1241–1247.
13. Tsitsilonis S, Schaser K-D, Kiefer H, et al. The treatment of the proximal humeral fracture with the use of the PHN Nailing System: the importance of reduction. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 2013; 80: 250–255.
14. Ueyama H, Yano K, Kanemura M, et al. Clinical outcomes and prognostic factors depending on implant design in the treatment of proximal humeral fractures: A retrospective study. *J Orthop* 2016; 13: 369–375.

15. Dilisio MF, Nowinski RJ, Hatzidakis AM, et al. Intramedullary nailing of the proximal humerus: evolution, technique, and results. *J Shoulder Elbow Surg* 2016; 25: e130-138.
16. Park J-Y, Kim J-H, Lhee S-H, et al. The importance of inferomedial support in the hot air balloon technique for treatment of 3-part proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 2012; 21: 1152–1159.
17. Trepatt AD, Popescu D, Fernández-Valencia JA, et al. Comparative study between locking plates versus proximal humeral nail for the treatment of 2-part proximal humeral fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2012; 22: 373–379.
18. Handoll HH, Brorson S. Interventions for treating proximal humeral fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. Epub ahead of print 11 November 2015. DOI: 10.1002/14651858.CD000434.pub4.
19. Gadea F, Favard L, Boileau P, et al. Fixation of 4-part fractures of the proximal humerus: Can we identify radiological criteria that support locking plates or IM nailing? Comparative, retrospective study of 107 cases. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR* 2016; 102: 963–970.
20. Den Hartog D, Van Lieshout EM, Tuinebreijer WE, et al. Primary hemiarthroplasty versus conservative treatment for comminuted fractures of the proximal humerus in the elderly (ProCon): A Multicenter Randomized Controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord* 2010; 11: 97.
21. Mittlmeier TWF, Stedtfeld H-W, Ewert A, et al. Stabilization of proximal humeral fractures with an angular and sliding stable antegrade locking nail (Targon PH). *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85-A Suppl 4: 136–146.
22. Jung S-W, Shim S-B, Kim H-M, et al. Factors that Influence Reduction Loss in Proximal Humerus Fracture Surgery. *J Orthop Trauma* 2015; 29: 276–282.
23. Proximal Humerus / Targon® PH, <https://www.bbraun.com.au/en/products/b/proximal-humerustargonph.html> (accessed 9 April 2019).
24. Hessmann MH, Nijs S, Mittlmeier T, et al. Internal fixation of fractures of the proximal humerus with the MultiLoc nail. *Oper Orthop Traumatol* 2012; 24: 418–431.
25. Blum J, Hansen M, Müller M, et al. Proximal humeral fractures and intramedullary nailing: Experience with a new nail system. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2009; 35: 489–498.
26. Kloub M, Holub K, Polakova S. Nailing of three- and four-part fractures of the humeral head – Long-term results. *Injury* 2014; 45: S29–S37.
27. Mathews J, Lobenhoffer P. Osteosynthese instabiler proximaler Humerusfrakturen mit dem Targon®-PH-Nagel. *Oper Orthop Traumatol* 2007; 19: 255–275.
28. Nobile F, Carta S, Fortina M, et al. Displaced 3- and 4-part proximal humeral fractures: Evaluation and management with an intramedullary nail within 48 h, in the emergency department. *J Acute Dis* 2016; 5: 154–159.

29. Thomazeau H, Richou J, Benkalfalte T, et al. Is it worth fixing proximal humeral fractures at increased vascular risk? *Orthop Traumatol Surg Res* 2012; 98: 383–389.
30. Zirngibl B, Biber R, Bail HJ. Humeral head necrosis after proximal humeral nailing: what are the reasons for bad outcomes? *Injury* 2016; 47 Suppl 7: S10–S13.
31. Campochiaro G, Rebuzzi M, Baudi P, et al. Complex proximal humerus fractures: Hertel's criteria reliability to predict head necrosis. *Musculoskelet Surg* 2015; 99: 9–15.
32. Patel S, Colaco HB, Elvey ME, et al. Post-traumatic osteonecrosis of the proximal humerus. *Injury* 2015; 46: 1878–1884.
33. Konrad G, Audigé L, Lambert S, et al. Similar Outcomes for Nail versus Plate Fixation of Three-part Proximal Humeral Fractures. *Clin Orthop Relat Res* 2012; 470: 602–609.
34. Gadea F, Favard L, Boileau P, et al. Fixation of 4-part fractures of the proximal humerus: Can we identify radiological criteria that support locking plates or IM nailing? Comparative, retrospective study of 107 cases. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR* 2016; 102: 963–970.
35. Schnetzke M, Bockmeyer J, Loew M, et al. Rate of avascular necrosis after fracture dislocations of the proximal humerus: Timing of surgery. *Obere Extremität* 2018; 13: 273–278.
36. Habermeyer P, Magosch P, Lichtenberg S. *Classifications and scores of the shoulder*. Berlin: Springer, 2006.
37. Voigt C, Kreienborg S, Megatli O, et al. How does a varus deformity of the humeral head affect elevation forces and shoulder function? A biomechanical study with human shoulder specimens. *J Orthop Trauma* 2011; 25: 399–405.
38. Jia X, Chen Y, Qiang M, et al. Postoperative Evaluation of Reduction Loss in Proximal Humeral Fractures: A Comparison of Plain Radiographs and Computed Tomography. *Orthop Surg* 2017; 9: 167–173.
39. Casado-Sanz E, Barco-Laakso R, Antuña-Antuña S. [Clinical and radiological results of fractures of the proximal humerus treated with intramedullary nailing and possible risk factors of a poor outcome]. *Acta Ortop Mex* 2015; 29: 159–163.
40. Newton AW, Selvaratnam V, Pydah SK, et al. Simple radiographic assessment of bone quality is associated with loss of surgical fixation in patients with proximal humeral fractures. *Injury* 2016; 47: 904–908.
41. Beks RB, Ochen Y, Frima H, et al. Operative versus nonoperative treatment of proximal humeral fractures: a systematic review, meta-analysis, and comparison of observational studies and randomized controlled trials. *J Shoulder Elbow Surg* 2018; 27: 1526–1534.
42. Sun Q, Ge W, Li G, et al. Locking plates versus intramedullary nails in the management of displaced proximal humeral fractures: a systematic review and meta-analysis. *Int Orthop* 2018; 42: 641–650.

43. Bai L, Fu Z-G, Wang T-B, et al. Radiological evaluation of reduction loss in unstable proximal humeral fractures treated with locking plates. *Orthop Traumatol Surg Res* 2014; 100: 271–274.
44. Assunção JH, Malavolta EA, Beraldo RA, et al. Impact of shoulder rotation on neck-shaft angle: A clinical study. *Orthop Traumatol Surg Res* 2017; 103: 865–868.
45. Malavolta EA, Assunção JH, Pagotto RA, et al. The rotation of the humeral head does not alter radiographic evaluation of the head-shaft angle. *J Shoulder Elbow Surg* 2016; 25: 543–547.
46. Wong J, Newman JM, Gruson KI. Outcomes of intramedullary nailing for acute proximal humerus fractures: a systematic review. *J Orthop Traumatol Off J Ital Soc Orthop Traumatol* 2016; 17: 113–122.