

## TRATAMIENTO ACTUAL DE LAS FRACTURAS DIAFISARIAS DEL HUMERO

Las fracturas de la diáfisis humeral se localizan entre el borde inferior de la inserción del músculo gran pectoral y una supuesta línea situada a unos cuatro traveses de dedo en sentido proximal a la interlínea articular del codo.(11) - *Fig.1-* Suponen el 3% de todas las fracturas esqueléticas (14) . No se incluyen las fracturas patológicas.

El tema principal de discusión en las fracturas recientes del adulto se centra en las indicaciones terapéuticas, y en que el tipo de estabilización, sea ortopédico o quirúrgico, siempre tiene incondicionales defensores. El ortopédico, clásico y mayoritario hasta hace unos años, proporcionaba la consolidación en la mayoría de los casos, pero una creciente tendencia a restaurar la anatomía y permitir una rehabilitación rápida que mejorase los resultados funcionales, ha aumentado la frecuencia de las indicaciones cruentas, habiendo llegado actualmente a realizarlo en aproximadamente la mitad de los casos., solo frenadas por la presencia del nervio radial, cuya posible afectación, siempre grave y demasiado frecuente, hacen discutibles dichas opciones quirúrgicas. La lesión del mismo, en forma de parálisis, transforma una fractura más o menos simple , en una grave afectación para la funcionalidad de la mano afecta, de dudosa recuperación y que puede acarrear problemas añadidos de reproche de nuestros pacientes.

### DATOS ANATOMICOS

La diáfisis humeral , de estructura cortical , presenta un canal medular cilíndrico en su parte proximal y media, que distalmente se estrecha aplanándose en sentido anteroposterior (35) . Según DE MOURGUES /53) las mediciones realizadas en el adulto, los diámetros endomedulares transversal y sagital son de media 17mm. en el tercio proximal, 11 mm. en el tercio medio y 8'5 mm en el tercio distal. Así pues , la cavidad medular presenta un estrechamiento progresivo de proximal a distal muy marcado. En el plano frontal es prácticamente rectilíneo, pero presenta una doble curvatura en el plano sagital, siendo la curva distal dirigida hacia delante la más marcada. Características con las que hay que contar para la fijación intramedular. -*Fig.2-*

Las caras externas del húmero no son tan uniformemente cilíndricas como su homólogo proximal en el miembro inferior el femur. En la parte superior es más triangular, fundamentalmente cilíndrico en la parte central y aplanado en la más distal. Su cara más uniforme es la posterior , siendo más aplanada. Las caras laterales se estrechan distalmente y la anterior es la de forma más curvada.

Otra característica del húmero es que recibe inserciones musculares a todo lo largo de la diáfisis. En la cara anteromedial en su parte superior se insertan el gran dorsal y el redondo mayor. En su parte media proporciona inserción al coracobraquial y al braquial anterior. En la zona distal se inserta el vasto medial en la parte posterior, el braquial en la anterior, y supinador largo y radiales en la afinada cara externa distal.

Todas estas características anatómicas se deben de tener en cuenta en la indicación y planteamiento terapéutico de una fractura de la diáfisis humeral. Pero son sin duda, las estrechas relaciones del nervio radial con el hueso, lo que más condicionan las distintas indicaciones terapéuticas. Si el húmero con su canal de torsión marca la proximidad del nervio a la diáfisis, sobre todo en la cara posterior de la zona medial al atravesar el tabique intermuscular externo en su tercio distal, supone un punto de anclaje del mismo, lo que condiciona la facilidad de sufrir una tracción y ser el origen de lesiones por elongación o sección en los casos de un desplazamiento de gran amplitud del hueso fracturado. *-Fig.3-*

## CLASIFICACION

Han sido propuestas clasificaciones de las Fracturas diafisarias del húmero en base a criterios puramente descriptivos, en los que se incluían los mecanismos de producción: Directo, indirecto, por contracción muscular (2), o según el trazo de líneas de fractura (53), llegando a distinguir 7 tipos : Transversal simple o con fragmento intermediario, espiroideo simple o con tercer fragmento, oblicua, conminuta y bifocal, o por su localización en el tercio proximal, medial y distal (80), o por la asociación de lesiones de partes blandas, vasculonerviosas o fracturas abiertas (62). Todas ellas son únicamente descriptivas del tipo de lesión y tiene poco interés para la valoración de resultados.

La clasificación AO-ASIF(54) está ganando aceptación como una clasificación precisa de todo tipo de fracturas, incluyendo en ella los huesos largos como el húmero. *-Fig.4-* Es una clasificación alfanumérica informatizable, que permite un lenguaje único en las denominaciones. El código numérico presenta para el húmero el número 1, seguido del número del segmento, siendo el 1 para la parte proximal, el 2 para la diáfisis y el 3 para la parte distal. De esta forma las fracturas de la diáfisis humeral están encuadradas en el Segmento 12. Seguidamente la fractura es definida por sus características morfológicas, siendo las de tipo A las de trazo simple, las B las fracturas en cuña y las tipo C las complejas o conminutas. Cada grupo lesional A, B y C, es asimismo subdividido en tres subgrupos 1, 2 y 3 según la localización anatómica del trazo de fractura.

Los subgrupos A1, A2 y A3 corresponden respectivamente a los trazos simples espiroideo , oblicuo o transversal. A cada subgrupo se le añade una cifra según su localización sea proximal, medial o distal.

Dentro del tipo B se distingue el subgrupo B1 o fractura con cuña de torsión entera, el B2 o fractura con cuña de flexión entera y el B3 o fractura con cuña de flexión fragmentada. Igualmente a cada uno de ellos se le añade la segunda cifra de localización de nivel.

Para las fracturas complejas asignadas al grupo C, en la clasificación se propone separar según los trazos, para el C1 las conminutas espiroideas, para el C2 los trazos a doble nivel o bifocales y en el C3 coloca los trazos complejos conminutos no espiroideos. Aquí la subdivisión no se hace por el nivel de localización, sino por la existencia o no de fragmentos intermediarios.

Aunque esta clasificación presenta la tendencia de adquirir carácter universal, muchos de sus aspectos pueden ser discutibles. Si los 6 subgrupos de A y B corresponden al nivel lesional, los del grupo C solamente reflejan el tipo de trazo de fractura. Así pues, la creación de ciertos subgrupos parece artificial. Por otra parte la distinción entre los grupos conminutivos lleva un componente subjetivo difícil de universalizar. Por razones topográficas quirúrgicas, parece necesario diferenciar las fracturas según el nivel de localización diafisaria, e incluso el dato de la conminución es un criterio fundamental en toda la clasificación, pero sin que sea necesario llevarlo al extremo. Se puede decir que la gravedad de las fracturas va en orden creciente a los tipos A, B y C, pero la complejidad de las mismas lleva algo más que la gravedad de la alteración puramente anatómica, como la lesión añadida de las partes blandas, tanto de la afectación cutánea como de la asociación de lesiones neurovasculares que condicionan a su vez el planteamiento terapéutico.(62).

## POSIBILIDADES DE TRATAMIENTO

Es muy difícil conseguir con éxito una sistematización del tratamiento del global de todas las fracturas diafisarias del húmero, aun con las mismas características dentro de una clasificación bastante delimitante como puede ser la Clasificación AO.

Los tratados clásicos de traumatología demuestran que para la mayoría de las fracturas de la diáfisis humeral el tratamiento conservador es una indicación válida (18). Esto es debido a varios factores, uno de ellos es que la rígida inmovilización no es imprescindible para la consolidación (62), Segundo es que las pequeñas angulaciones en cualquier plano, varo o valgo , flexión o extensión o disrotaciones, incluso un discreto acortamiento , pueden aceptarse sin que suponga una disminución tolerable de la funcionalidad del miembro superior afecto (10, 80). Por otra parte, las rigideces de hombro y codo, si no

son importantes también pueden compensarse funcionalmente (60). Y por último , como ya hemos nombrado anteriormente, el miedo subyacente por parte del cirujano al riesgo que un abordaje quirúrgico supone para las posibles lesiones yatrogénicas sobre los componentes vasculonerviosos, y sobre todo para el omnipresente nervio radial, inclina el número de indicaciones terapéuticas hacia el tratamiento conservador o hacia tratamientos quirúrgicos menos invasivos como son las osteosíntesis intramedulares a cielo cerrado, comprobado por el progresivo auge y perfeccionamiento en los últimos años.

De cualquier manera , la indicación del tratamiento no se puede hacer de manera rígida y estricta atendiendo al tipo de fractura según las características de la misma o según el tipo de clasificación en que se puedan incluir, sino que además habrá que tener en cuenta la problemática dependiendo de la edad, de la patología asociada , tanto de tipo general o de otras lesiones añadidas como en los politraumatizados, de que sea de tipo laboral o deportivo, o de las complicaciones asociadas a la propia fractura, como que sea abierta o con lesión vasculonerviosa. Igualmente hay que tener en cuenta la aplicación de la propia técnica y de los medios de que se dispone, tanto por parte del cirujano como del medio hospitalario, por lo que hay que afirmar una vez más, que las indicaciones son orientativas y aplicables a cada caso en particular, teniendo solamente en cuenta el dato más objetivo, la imagen radiográfica.

## TRATAMIENTO ORTOPEDICO

Esquemáticamente comporta tres tipos de tratamiento : La inmovilización estricta, el yeso colgante y el método funcional de SARMIENTO (69).

La inmovilización ortopédica clásica supone tras efectuar las maniobras de reducción, si estas son necesarias, la inmovilización enyesada, que si ha de ser estricta, ha de consistir, siguiendo la regla clásica de incluir las articulaciones adyacentes al hueso fracturado, en la confección de un enyesado toracobraquial en la posición de reducción y máxima estabilidad, procurando a su vez que sea en la de máxima capacidad funcional, con un cierto grado de abducción y flexión del hombro. Pero esto hoy día es difícil de indicar por el gran inconveniente que supone llevar tal volumen y peso durante el tiempo suficiente para la consolidación. Usualmente, y si la fractura no es muy inestable, se coloca un enyesado braquial y el brazo sujeto al cuerpo en posición vertical a lo largo del torax con el codo flexionado, manteniéndolo con un vendaje tipo Velpeau o Sling. La incomodidad postural suele ser mayor en las personas obesas o con dificultad respiratoria. El riesgo de un desplazamiento secundario es a considerar, así como el largo periodo de recuperación que posteriormente requieren el tratamiento de las rigideces de hombro y codo. -Fig.5- Igualmente, el porcentaje de casos de retardo y no consolidación debe hacer considerar este tipo de tratamiento en cada caso (17).

El “Yeso colgante” o Hanging cast” , se basa en la acción reductora y la estabilización que se ejerce a través del peso del brazo y del yeso, colocándose el mismo en posición vertical, al que se puede añadir un peso

suplementario fijado al yeso en el lado distal del codo y en el eje vertical de la diáfisis humeral para aumentar con dicho peso añadido la posibilidad de mejorar la reducción por el efecto de tracción en suspensión. *-Fig.6-* La inmovilización enyesada, llevando el brazo suspendido de una abrazadera en el cuello con el codo flexionado en 90°, permite una reducción progresiva ambulatoria, por lo que se requiere la capacidad de deambular por parte del paciente. La movilización del hombro mediante movimientos suspensorios oscilantes puede ser inmediata. El tiempo que se requiere llevar el yeso suele ser de unos dos meses. El método se juzga como útil y fiable, pero lleva como condición indispensable que debe ser empleado en lesiones únicas y que el enfermo debe de ser colaborador y disciplinado en grado alto. Deberá llevar el yeso colgante a todas horas, prácticamente día y noche durante todo el tratamiento como condición indispensable para su mejor resultado, lo cual no siempre es fácil de conseguir, porque la falta de confort es siempre importante. Está más indicado en las localizaciones más distales del húmero, en los casos de conminación de más difícil estabilización quirúrgica. Requiere controles radiológicos frecuentes ante el fracaso de reducción y la posibilidad de cambiar de método. Puede suponer la primera fase de reducción progresiva y mínima estabilidad que permita posteriormente llegar a un tratamiento de tipo funcional. Casi todas las referencias bibliográficas están bastante alejadas en el tiempo (5, 53,14,17,9), pero llegando a dar cifras de 95% de buenos resultados, siendo actualmente para muchos autores una técnica histórica, quizás porque parámetros como escaso gasto y mínimo riesgo se valoran menos que la falta de confort.

El tratamiento funcional introducido por SARMIENTO en 1.977 por aplicación de su método llamado funcional a las fracturas de húmero, según el cual una vez reducida la fractura, hacia las dos o tres semanas en que se juzga que ya existe una estabilización suficiente para colocar una abrazadera que debidamente conformada mediante la compresión controlada de las partes blandas, ejerce a través de la musculatura braquial un efecto de presión hidráulica que mejora tanto la inmovilización ósea como la biológica de la consolidación de la fracturaria. *-Fig.7-*

La inmovilización estricta del foco no supone un dogma, sino que la inmovilización controlada con la función muscular activa favorece la osteogénesis. Así la experiencia reunida por BONNEVIALE (11), por la suma de 343 casos de cuatro autores (69, 23, 79,16), dan una tasa de pseudoartrosis de 1'4%, siendo el tiempo de consolidación entre 8 y 1° semanas. (pacientes de cada 10 tienen un hombro perfectamente móvil, y 9 de cada 10 presentan un codo con movilidad completa. Los callos viciosos se dan en el 30% con desviaciones entre 10° y 20° en la serie de DUFOUR (23) y 26% entre 15° a 30° en la de COPIN (16), lo cual supone la mayor crítica al método, pero su tolerancia funcional es en general perfecta sin ocasionar ningún problema. *- Fig.8-*

Así pues, podemos concretar que las indicaciones terapéuticas del tratamiento conservador u ortopédico de las fracturas diafisarias del húmero se concretan en aquellas fracturas que se puedan reducir y mantener de forma estable con un yeso colgante o con yesos braquiales, y que tras un tiempo de

estabilización pueden pasar a un tratamiento funcional como el propugnado por SARMIENTO (69). El método ortopédico evita por definición cualquier complicación séptica o de afectación del nervio radial y presenta un costo ortopédico modesto. Las series presentadas demuestran su fiabilidad sobre la consolidación con cifras muy altas difíciles de mejorar, y con conservación de las movibilidades de hombro y codo. Los callos viciosos en el húmero son más radiográficos que funcionales. Los mayores inconvenientes están relacionados con el rigor terapéutico que requieren, con la necesidad de colaboración del paciente y con las indicaciones restrictivas en fracturas abiertas, en fracturas a varios niveles o muy conminutas, y en los politraumatizados. La parálisis radial no contraindica el tratamiento ortopédico-funcional.

## TRATAMIENTO QUIRURGICO

La intervención quirúrgica se ha mantenido en la literatura hasta hace unos años asociada a la idea de un alto porcentaje de fracasos, de lesiones del nervio radial, de falta de consolidación y de prolongado tiempo de incapacidad, frente al tratamiento ortopédico considerado como más seguro. Pero la literatura actual ha dado un cambio. No se ven trabajos sobre tratamientos conservadores y abundan los que hablan de las distintas posibilidades de tratamiento quirúrgico. Ello ha sido debido por una parte a la mayor demanda de soluciones quirúrgicas por parte de nuestros pacientes y de la Sociedad, que identifica los vendajes y enyesados con algo arcaico y las intervenciones quirúrgicas con métodos más cómodos y que proporcionan una más rápida incorporación a la actividad diaria, sobre todo en el ámbito laboral. Por otra parte la mejora de los materiales y técnicas quirúrgicas, bastante más fiables que las osteosíntesis indudablemente más precarias que las que disponíamos tan solo hasta hace unos diez o doce años. La búsqueda de la perfección anatómica y funcional del miembro superior se ha puesto como modelo ha conseguir aun a costa de asumir el mayor riesgo que siempre supone el acto quirúrgico. De cualquier manera, lo cierto es que hoy día el porcentaje de tratamientos quirúrgicos de las fracturas diafisarias de húmero es notablemente superior al de años anteriores, tanto por lo que se dice en las publicaciones como por lo que se hace en la práctica diaria de todos los Servicios hospitalarios.

Tres son las técnicas básicas disponibles en el momento actual para el tratamiento de estas fracturas : La fijación intramedular, la osteosíntesis con placa y la fijación externa. Osteosíntesis precarias como la fijación solo con tornillos no tienen en la actualidad validez alguna, ya que no son capaces mecánicamente de soportar las fuerzas de flexión o de torsión que tiene que soportar el miembro superior, no solo durante la rehabilitación sino a la menor movilización, por lo que requeriría el añadir algún tipo de inmovilización externa adicional mantenida hasta la consolidación, lo que agravaría el resultado funcional (55,17,62).

## FIJACIÓN INTRAMEDULAR

Contrariamente al fémur y a la tibia, el canal medular del húmero no tiene una configuración cilíndrica en su tercio medio que se amplía de forma progresiva en las metáfisis, sino que es más amplio en el tercio superior, con un diámetro frontal de unos 18 mm, que en el tercio medio es de 12 mm y en el distal de unos 8 mm, y que en el diámetro sagital pasa de 17 mm proximales a 9 mm distales, variando en gran medida de unas personas a otras y ensanchándose con la edad, pudiendo ser de un calibre medio del doble de tamaño a los 70 años que en la adolescencia, donde se ven casos que justamente admitirá por su calibre el paso a lo largo de toda la cavidad de una aguja de Kirschner no más gruesa de 3 mm. Por ello, cualquier tipo de enclavado que no sea un Kirschner requiere un fresado medular suficiente, tanto para aumentar el calibre de la cavidad como para conseguir un cilindro lo más regular posible que permita un mejor ajuste del enclavado y una progresión al introducirlo sin riesgo de bloqueo. Sin embargo, hay autores (60), para los que el fresado supone una afectación de la vascularización endostal, recomendando para el húmero el empleo de clavos no fresados. De cualquier manera al no poderse conseguir esa cavidad cilíndrica uniforme, la falta de control de la rotación será una duda permanente, aumentado por el gran brazo de palanca que supone las rotaciones externa e interna del hombro, que son seguidas por el fragmento proximal de la fractura, y que deben de ser transmitidas al fragmento distal del húmero, que se hace más difícil de mantener cuando se presenta una fuerza rotatoria en sentido contrario en la parte distal del miembro superior. Para evitar la falta de control de las rotaciones se usan distintos procedimientos entre los que el bloqueo proximal y distal del enclavado con pernos o tornillos atravesando el clavo supone la máxima expresión. Todo ello con el fin añadido de evitar al máximo las posibles complicaciones vasculonerviosas y respetar así mismo la biología de la fractura, favoreciendo la consolidación que es esencialmente perióstica.

En la mayoría de las primeras series publicadas, debido en gran parte a las dificultades mencionadas, los resultados de la fijación intramedular han sido inferiores a los del tratamiento conservador. Un estudio sobre diversas técnicas de fijación intramedular de la diáfisis humeral en 1984 (74), demostraban una tasa de complicaciones del 67%, y un porcentaje altísimo de reintervenciones del 64%, si bien es cierto que la mayoría de los pacientes de esta serie presentaban fracturas complejas y con traumatismos asociados, los autores opinaban que sus resultados confirmaban la perspectiva previa de la literatura de la importante morbilidad que llevaba asociada el tratamiento quirúrgico de estas fracturas, pero concluían que la fijación intramedular podría ser un tratamiento válido en el futuro si se mejoraban las técnicas. Las últimas publicaciones sobre técnicas de enclavados han demostrado resultados más favorables, sobre todo desde la adopción de los clavos encerrojados (49, 13, 67, 40).

El enclavado tal como lo propugno KÜNTSCHER (43) y codificaron otros (5) mediante un fresado suficiente aplicando el principio de la fijación elástica

transversal, y aun empleando un clavo angulado en su parte proximal, similar al usado en la tibia, no permite el control de la rotación durante la rehabilitación en los casos de fracturas inestables, demostrándose las limitaciones de los enclavados simples (74) y de los dinámicos mediante un solo bloqueo proximal o distal (6, 31, 40) se suelen complicar con telescopajes o desmontajes . Actualmente no se emplean debido a las mejoras técnicas proporcionadas por otros tipos de clavos, casi todos ellos merced a un sistema de encerrojado que controle las rotaciones, como el clavo de Russell-Taylor, el de Grosse-Kempf modificado, el AIM o UHN, o por un sistema misto asociando atornillado y paletas expansibles, clavo de Seidel, o por agujas múltiples, clavo de Marchetti-Vicenzi. El control total de la rotación se muestra en todos los estudios biomecánicos, que solo se consigue mediante el bloqueo completo proximal y distal (20, 34, 38).

El clavo de Seidel, hueco, cerrado, encerrojado proximalmente mediante dos tornillos frontal y sagitalmente, y en la parte distal mediante un sistema original de paletas, ha sido el más empleado. Esta fijación distal se realiza mediante este sistema expansivo, y no requiere ningún sistema de visualización radiológica. *-Fig.9-* En diversas series bibliográficas (71, 66, 40, 31), salvo en la serie de ROBINSON (66), la consolidación es obtenida entre 8 y 18 semanas. Este autor critica el sistema de fijación distal debido a que la apertura distal endomedular no es real, al menos radiológicamente en dos tercios de los casos . SVEN-HANSEN (75) ante las complicaciones como falta de fijación distal y refracturas, desaconseja el empleo de dicho clavo. Hay estudios biomecánicos que parecen probar la eficacia sobre el bloqueo de la rotación comparable al conseguido con encerrojado mediante tornillos (20, 80), pero hay otros trabajos que opinan lo contrario (70). KEMPF (40) destaca el interés que supone este clavo utilizado en un principio para las fracturas abiertas, o en las que existe una afectación vascular o nerviosa, o tras el fracaso del tratamiento ortopédico. Pero señala que las fracturas distales requieren un mínimo de 4 a 5 cms de cavidad medular por debajo del foco para asegurar una fijación distal eficaz. *-Fig.10-*

Para BONNEVIALLE (11) el enclavado centromedular a foco cerrado requiere una logística importante. No es posible si la fractura no es reducible sin abrir el foco. El encerrojado permite ampliar las indicaciones a las fracturas complejas localizadas y a las conminutas extensas. El fresado puede en estos casos aumentar la conminución, lo mismo que los fallos del implante o del cerrojo (6, 37, 61, 64). Una investigación en cadáveres ha demostrado el riesgo potencial de dañar la vena axilar, arteria o nervio, al colocar el tornillo del cerrojo proximal (24, 64). Los tornillos que protuyen la cortical medial pueden afectar al nervio axilar durante la rotación interna. Igualmente un tornillo colocado en anteroposterior puede lesionar el tronco principal del nervio axilar o el tendón bicipital en la corredera.

Por otra parte no se debe despreciar el riesgo yatrogénico sobre el nervio radial por las manipulaciones reiteradas sobre el foco para obtener la reducción, las falsas rutas, el aumento de la conminución o el desplazamiento

de los fragmentos intermedios. En casos de parálisis preoperatoria muchos contraindican el fresado, pues el nivel exacto de la lesión del nervio radial no puede saberse con seguridad.

Además es importante prestar atención a los detalles de la técnica quirúrgica para evitar problemas. Si se elije la vía anterógrada, es decir la entrada por la epífisis proximal, la mayoría de las técnicas intentan evitar el manguito de los rotadores para minimizar posibles problemas posteriores del hombro, que se han producido en un grado considerable de casos (38, 64, 65). Es importante insertar bien el clavo por delante del manguito de los rotadores para impedir la invasión del espacio subacromial. La inserción anterior al acromión permite el acceso a la cavidad medular sin necesidad de introducir el clavo medialmente, evitando la lesión del manguito responsable de la rigidez postoperatoria del hombro. *-Fig.11-* Hay autores que aconsejan un punto de entrada más medial (29,39,63), que penetra en una zona espesa y bien vascularizada del manguito, mordiendo sobre el cartílago articular y dando un acceso directo al canal medular, permitiendo la inserción del clavo en el eje diafisario (39, 64). Este punto de entrada, que destruye una parte del cartílago articular, alrededor de 0,6 cm de diámetro sobre los 20 cm de la cabeza humeral (29), no compromete la abducción completa del hombro, comprobados por los resultados clínicos sobre el Test de CONSTANT (15) y sobre las pruebas ecográficas del manguito (29, 4, 22, 26, 30, 59).

Para la técnica retrógrada, es decir la vía distal, se aconseja que la entrada sea proximal a la fosa olecraniana, algo mayor en el diámetro longitudinal que en el transversal, tanto para evitar la realización de una falsa vía al perforar la cortical anterior del húmero, como para dejar suficiente hueso a los lados y no fragilizar la metáfisis pudiendo favorecer la presencia de una fractura supra o intercondílea del húmero distal. Así mismo, el clavo debe tener una longitud tal que permita su ajuste en la zona esponjosa de la metáfisis proximal y cabeza humeral, debido a que la ancha cavidad medular del tercio proximal de la diáfisis no brinda estabilidad suficiente al implante (18). *-Fig.12-*

En otro aspecto, hay clavos como el UHN, en los que la colocación de los tornillos o pernos en el tercio opuesto de la entrada, requieren la ayuda del Intensificador de Imágenes para su perfecta localización, lo cual conlleva el riesgo añadido para el cirujano de recibir la radiación nociva que supone la exposición de las radiaciones en proporción inversa al tiempo que requiere para la localización de las perforaciones siempre variable de un día a otro. Otros modelos de clavos como el AIM, presentan una guía externa más fiable en la localización de los orificios del encerrojado, pero requiere una apertura quirúrgica de la zona a introducirlos en el tercio distal para separar vasos y nervios de la vía de penetración y evitar la lesión de los mismos, lo cual conlleva un posible aumento de la iatrogenia y de la morbilidad del acto quirúrgico. Por ello creemos que son necesarias nuevas investigaciones para definir mejor el papel exacto y el diseño preferencial de los clavos encerrojados en las fracturas diafisarias del húmero.

## ENCLAVADO FLEXIBLE FASCICULADO

HACKETHAL (32) describió el enclavado centromedular fasciculado distoproximal por agujas de Kirschner, requiriéndose un número de agujas suficiente, normalmente entre 3 y 5, para que al rellenar la cavidad medular se bloqueen entre sí asegurando la estabilidad en todos los planos, aunque permitiendo una cierta elasticidad y favoreciendo la impactación en el eje axial. Las agujas suelen ser entre 2 y 2,5 mm de diámetro. *-Fig.13-* La reducción se hace a foco cerrado bajo control de Intensificador de Imágenes. La entrada de las agujas se hace tras la perforación de la cortical posterior de la zona supracondílea, por encima de la fosa olecraniana llegando a través del tríceps. Otras variantes suponen un montaje en "Torre Eiffel" entrando a través del epicóndilo y la epitroclea. *-Fig.14-*

El enclavado fasciculado aporta una solución simple y poco costosa a la fijación de las fracturas humerales. En manos expertas y entrenadas consolidan más del 90% de los casos, obteniéndose en un plazo alrededor de dos meses (11). Como inconveniente a resaltar cabe nombrar las molestias residuales a nivel del punto de entrada en relación con la prociencia fuera del hueso de las agujas que rozan con el tríceps, llegando en casos más extremos a limitar la extensión del codo, obligando a la extracción de las mismas. Otro problema también frecuente, es el de no llegar a introducir el número suficiente de agujas para que bloqueen las rotaciones, por la dificultad que supone introducir una tercera o cuarta aguja en la estrecha cavidad medular distal, dejando una inestabilidad rotacional que obliga a una inmovilización complementaria durante el tiempo que se considere suficiente, que suele ser muy próximo al de la consolidación, con los inconvenientes que supone el atrasar la rehabilitación. *-Fig.15-*

Ciertos detalles técnicos deben de ser escrupulosamente respetados. La estabilización fracturaria requiere el relleno completo de la cavidad medular ya señalado. Se debe de evitar la diástasis del foco mediante un buen contacto interfragmentario favorecido por la impactación y la elasticidad del montaje. Una divergencia de las agujas en la epífisis proximal, sobre todo en las que se colocan las primeras, junto a un efecto de autobloqueo del fragmento distal en la ventana del punto de entrada y por la mayor estrechez de la cavidad medular inferior, ayudan a conseguir una mayor rigidez de la inmovilización. El posicionamiento exacto de la parte proximal de las agujas deberá evitar todo riesgo de emigración proximal intracefálica. Deben de ser cortadas a ras en la zona de entrada para evitar el roce tendinomuscular, causa de rigideces en el codo, aunque ello no siempre es tarea fácil si no se tiene el instrumental adecuado, aconsejándose para ello, permitirse la posibilidad de la impactación de unos milímetros tras el corte en la zona de entrada.

HENLEY (34) ha comparado el método de HACKETHAL (32) con otras técnicas de síntesis como el clavo o la placa. Este enclavado elástico da menos rigidez en inclinación frontal, lateral y en torsión, no igualando jamás al húmero intacto. Las series publicadas han demostrado su fiabilidad en la consolidación, el respeto a la movilidad del hombro, la ausencia de yatrogenia sobre el radio y el mínimo riesgo de sepsis. Sus inconvenientes, siempre menores y

relacionados con la falta de rigor técnico y el no estabilizar las fracturas muy distales que requieren un mínimo de centímetros para encauzar el enclavado. La utilización de clavos tipo ENDER o enclavados elásticos tipo METAIZEAU son variedades que no han mejorado la propuesta inicial de HACKETHAL

El clavo de MARCHETTI-VICENZI supone una situación intermedia entre el enclavado fasciculado y el clavo encerrojado, ya que se trata de un enclavado colocado por vía distal retrógrada con atornillado de bloqueo del fragmento distal y que en el proximal busca un control de las rotaciones mediante un haz de 4 ó 5 varillas de 2'5 mm que se abren tras su colocación de forma divergente en la zona metafisoepifisaria proximal. *-Fig.16-* La ventaja fundamental es la no necesidad del Intensificador de Imágenes para realizar el bloqueo, ya que el del fragmento distal se realiza de forma automática mediante la colocación de un tornillo dirigido con una guía, que se fija a través de la parte distal del clavo en la cortical anterior, y que el bloqueo proximal se consigue por la apertura de las varillas en la esponjosa y cortical de la zona epifisometafisaria proximal. *-Fig.17-* Permite una cierta impactación del foco de fractura tras los primeros días postoperatorios facilitando la definitiva inmovilización, pero que supone la contraindicación de su empleo en los focos conminutos que puedan impactarse en exceso. Normalmente el fresado no es necesario, salvo mínimamente en los casos de cavidades medulares muy estrechas distalmente, permitiendo respetar el endostio y el riesgo yatrogénico de necrosis cortical asociado al fresado manifestado por algunos autores (56, 61) , lo que influye positivamente en la consolidación. Su facilidad de colocación, y el no requerir el uso de R-X para colocar los tornillos de bloqueo son su mejor cualidad, y la menor rigidez de inmovilización en los focos conminutos su mayor limitación (72,73).

## OSTEOSINTESIS POR PLACA ATORNILLADA

Las osteosíntesis directas por placas atornilladas han sido desde hace años codificadas por la A.O.(54). La Escuela suiza propone un montaje rígido con un mínimo de tres tornillos a seis corticales en cada lado de la fractura . Una compresión interfragmentaria obtenida por tornillos y una placa de neutralización o autocompresiva tipo DCP. *-Fig.18-* Para la diáfisis humeral se han recomendado placas de compresión dinámicas anchas de 4'5 mm. Este implante se creía necesario para compensar las fuerzas torsionales sobre estas fracturas o impedir el desarrollo y propagación de una rotura cortical. Pero esta placa puede ser demasiado voluminosa para el húmero, y la literatura reciente sugiere que las placas estrechas, como las empleadas en la tibia, pueden ser implantes adecuados con la atención apropiada a los detalles de reducción y estabilización, procurando no colocar los tornillos totalmente paralelos, oblicuándolos para evitar fisuras longitudinales de la cortical opuesta (60) . Actualmente se prefieren las placas de contacto limitado minimizando el daño vascular al no comprimir la placa sobre la superficie externa de la diáfisis disminuyendo el aporte vascular y no favoreciendo la aparición de callo óseo (42).

La situación de la placa ha sido muy discutida. Para PAUWLES (57) , con el codo libre, la mejor colocación mecánica es en la cara posterior. Para HENLEY (33) la mejor posición biomecánica es la lateral. Para ello compara la rigidez de una diáfisis humeral intacta con la del húmero osteotomizado y fijado con placa lateral de seis orificios. En flexo-extensión la placa proporciona al húmero fracturado una rigidez inferior al 50%. Sin embargo, por otra parte la rigidez en torsión es cinco veces superior.

En la práctica, es preciso tener en cuenta diversos parámetros, como el tipo de fractura y su situación sobre la diáfisis, así como el aspecto anatómico de la cara diafisaria en la que se debe aplicar la osteosíntesis. La A.O. recomienda una placa a compresión en las fracturas transversales u oblicuas cortas. Una placa de neutralización asociada a uno o varios tornillos independientes con efecto de compresión en un trazo oblicuo largo o espiroideo es el montaje propuesto. Un atornillado bajo compresión en el tercer fragmento, más una placa de neutralización, es la opción mecánica más estable para una fractura en "ala de mariposa". -Fig.19- En la práctica, las condiciones locales, superficie cortical disponible, relación con el nervio radial y conminución del foco, no permiten siempre obtener estos montajes ideales. La situación de la placa y la vía de abordaje es lo más discutido, llegándose a una actitud ecléctica recomendada por la mayoría de los autores (11, 9, 32). Cualquiera que sea el nivel de la fractura y la vía de abordaje utilizada, toda osteosíntesis a foco abierto de la diáfisis humeral comporta los siguientes inconvenientes: Imposibilidad de una intervención con isquemia bajo manguito neumático, el riesgo potencial de lesionar el nervio radial, la agresión biológica del foco de fractura y la pobre calidad ósea de las corticales en los casos, cada vez más frecuentes, de fracturas en personas de edad avanzada.

En el tercio proximal el abordaje de elección es el antero-externo. Comienza en el surco dectopeitoral en dirección oblicua externa en sentido distal, prolongándose sobre la cara lateral externa del brazo, paralelamente al borde externo del biceps, pudiendo llegar hasta unos 5 cms por encima del epicóndilo. Tras la incisión cutánea, el deltoides se disocia siguiendo la dirección de sus fibras hasta la V deltoidea, cuya aponeurosis de inserción distal se prolonga con la proximal del biceps, lo que facilita seguir el abordaje en la misma dirección a través de las fibras del braquial en sentido distal. Este abordaje a través del braquial anterior hasta llegar a la diáfisis, permite reclinando el músculo a ambos lados proteger el paquete vasculonervioso hacia dentro y el radial hacia fuera. El músculo braquial anterior dado su tipo de inervación no se compromete por la división longitudinal. Esta vía sirve por lo tanto para llegar simultáneamente al tercio superior y al tercio medio en los casos en que sea preciso colocar una placa larga desde la metáfisis proximal hasta la parte media de la diáfisis. La placa se coloca sobre la cara anteroexterna por fuera de la corredera bicipital en su lado externo. En las fracturas cercanas a la metáfisis proximal, es preciso colocar una placa con tornillos de esponjosa que tomen apoyo en la epífisis proximal de la cabeza humeral para mejorar la fijación, aunque en el caso de personas de edad, dicha fijación es precaria dada la escasa consistencia que presenta la esponjosa de la cabeza humeral. Es aconsejable el empleo de placas en T o en forma de trebol que incluyan dos o tres tornillos en la parte más superior. La

longitud diafisaria de la placa requerirá que como mínimo se puedan colocar tres tornillos a dos corticales en el fragmento distal, y si es posible además un tornillo interfragmentario a compresión si el trazo lo permite. -Fig.20-

En el tercio medio la vía a emplear es igualmente la anteroexterna, es decir, la misma que en el tercio proximal pero prolongada en sentido distal. Se puede llegar a la diáfisis a través del músculo braquial o bien buscando el tabique intermuscular externo entre biceps y triceps. El radial perfora de detrás a delante este tabique, para deslizarse entre el supinador largo y el biceps en la unión del tercio medio e inferior, a unos 7 cms del epicóndilo humeral, siendo la localización del mismo necesaria en cuanto se sobrepasa en sentido distal la mitad del húmero. La placa, generalmente recta, se adapta mejor en la cara anteroexterna, más externa si es más proximal, y más anterior si es más distal, ya que en el tercio inferior la cara externa se hace angulada en forma de arista, siendo difícil adaptar una placa recta.

En el tercio distal la cara posterior diafisaria se presta bien a una osteosíntesis directa. El abordaje se realiza en decúbito ventral, con el brazo apoyado en tabla auxiliar. La incisión es rectilínea centrada en la cara posterior a nivel proximal a la fosa olecraniana. Se entra por disociación de las fibras del triceps en el sentido de las mismas. Por prudencia, hay que tener tendencia a estar más cerca de la cara interna, entre las fibras del vasto interno, para evitar todo peligro con el nervio radial. Normalmente no se requiere su identificación en la parte proximal del abordaje. Si la longitud necesaria de la placa lo hiciese necesario, hay que recordar que el nervio radial camina por la cara posterior del brazo paralelamente a la fibras más posteriores del deltoides, y unos 3 cms más distalmente, cruzándose de forma oblicua de dentro hacia fuera para irse a acomodar por detrás del braquial anterior en la cara externa. Sobre la cara posterior plana y lisa del húmero, se coloca la placa, siendo los tornillos anteroposteriores. Si la fractura es muy distal llegando hasta la metáfisis, se pueden utilizar placas moldeadas adaptadas al pilar externo de la paleta humeral.

En las series publicadas recientemente, se desprenden las ventajas y los inconvenientes de las osteosíntesis por placa (9,19,42,55,60,79). La cifra de Pseudoartrosis es baja, situándose alrededor del 1'5%. La consolidación media suele darse entre 12 y 19 semanas. La movilidad de hombro y codo no suele verse afectada. La tasa de infección es así mismo baja, 1'2%. El inconveniente mayor, la aparición de parálisis radial, se presentó en un 4%, de las cuales más de la mitad se recuperaron, según los autores, en un plazo alrededor de los cuatro meses.

La placa tiene la ventaja de poder solucionar la osteosíntesis de la mayor parte de las fracturas diafisarias por unas vías de abordaje perfectamente codificadas, existiendo otras posibles, como la vía interna de DEMEULENAERE y JUDET requiriendo aislar el nervio cubital y el paquete vasculonervioso y que permite emplearse como vía única para toda la diáfisis, pero su empleo es poco frecuente.

## FIJACION EXTERNA

Clásicamente reservada a las lesiones ampliamente abiertas, ampliada por algunos autores (7) también a las fracturas cerradas. Los autores señalan que los nuevos Fijadores Externos, con fichas voluminosas no transfixivas, tienen una gran fiabilidad de agarre proximal y distal, junto a una rapidez de colocación con un riesgo pequeño de perforación vascular o nerviosa. Entre las tres series más numerosas (7,11,47), sobre 95 casos, el 3'5% han hecho pseudartrosis, que es un bajo porcentaje teniendo en cuenta la gravedad de los casos en que está indicado. Pero la consolidación es lenta, entre 11 y 14 semanas. Posiblemente, la falta de estabilidad, sobre todo la rotatoria, favorece la frecuencia de aparición de desplazamientos secundarios(47).

En líneas generales, la Fijación Externa es de uso poco frecuente, reservándose para fracturas gravemente abiertas y en politraumatizados. Puede usarse provisionalmente, con conversión a Fijación Interna o tratamiento funcional con abrazadera o férula ortopédica, cuando se resuelven los problemas asociados a las partes blandas, o como tratamiento secundario, tras fracaso generalmente séptico, de una osteosíntesis. -Fig.21-

La zona de inserción de las fichas solo suele hacerse en el húmero en las caras externa y posterior. En la parte proximal la zona de inserción es la lateral externa, mediante fichas no transfixivas perpendiculares a la diáfisis. En la zona distal las fichas pueden ser posteroanteriores transtricipitales o bien laterales externas paralelas a las proximales, supraepicondíleas fijadas en el borde lateral del pilar de la paleta humeral. Todas, pero sobre todo estas, requieren un corto abordaje cutáneo. Diversos montajes son posibles dependiendo del Fijador colocado. DE BASTIANI (7) recomienda el modelo Orthofix colocado estrictamente lateral y paralelo a la diáfisis. LENOBLE (17) preconiza el uso del Hoffmann con barras oblicuas apoyadas sobre un grupo proximal de fichas frontales lateromediales y el grupo distal mediante fichas sagitales anteroposteriores. -Fig.22- La colocación de un Fijador Externo transfixivo del tipo ILIZAROV es posible, pero resulta más complicado y en la literatura no hemos encontrado publicaciones específicas del mismo en las fracturas de la diáfisis humeral.

El Paciente se coloca en decúbito dorsal apoyado en tabla radiotransparente separado hacia fuera. Se suelen colocar primeramente las fichas proximales, se reduce la fractura y se colocan las fichas distales en un segundo tiempo. Las barras de unión que solidarizan ambos grupos permiten al fijador según su modularidad mejorar la reducción antes de la unión sólida y definitiva de ambos grupos de fichas. En el caso del Orthofix el número mínimo de fichas en cada grupo es de dos, y de tres en el caso del Hoffmann, colocadas todas ellas bajo control radiológico.

## LA PARALISIS RADIAL EN LAS FRACTURAS DIAFISARIAS HUMERALES

La parálisis radial, complicación clásica de estas fracturas, modifica el pronóstico inmediato al agravar la función de la mano. Su frecuencia global está cerca del 10%. En las fracturas abiertas y en los traumatismos de alta energía es cuando se presenta con mayor frecuencia. El aspecto macroscópico

del nervio es raramente conocido porque el abordaje del mismo no es sistemático. Por otra parte, muchos son optimistas ante la frecuente recuperación espontánea del nervio, 9 veces sobre 10 antes de los seis meses (1). Así la ausencia de recuperación espontánea se sitúa alrededor del 15%, tasa finalmente próxima a la frecuencia de rupturas constatadas enpreoperatorio cuando el radial es sistemáticamente abordado (58). Queda un cierto número de casos con el nervio macroscópicamente intacto que no se recuperan.

Por todo ello, en presencia de una parálisis radial inmediata tras una fractura cerrada, hay que plantearse la duda de cual es el riesgo de estar en presencia de una ruptura completa del nervio radial según la localización, el tipo y el desplazamiento de la fractura que nos lleve a intentar su reparación primaria (1). Se trata de fracturas espiroideas u oblicuas en la unión de los tercios medio e inferior, descritas en 1963 por HOLSTEIN (36). -Fig.23- En ellas el bisel del fragmento distal se desplaza hacia arriba y hacia fuera lesionando el nervio radial en la zona en que atraviesa el tabique fascial externo.

## INDICACIONES TERAPEUTICAS

Existe una actitud bastante ecléctica en el momento de tomar la decisión terapéutica en el tratamiento de las fracturas recientes de la diáfisis humeral. Más que en otras localizaciones hay una noción de Escuela o de opinión individual, basada en la propia experiencia o en los medios de que se disponen.

A pesar de que la mayoría de las fracturas pueden ser tratadas ortopédicamente con buenos resultados, existen circunstancias en las que la indicación quirúrgica se hace preferente. Estas dependen del contexto traumático que rodea a la extremidad afecta , o bien del terreno o características del paciente afectado.

Entre las características traumáticas de la extremidad afecta:

- Fracturas abiertas
- Lesiones vasculonerviosas
- Fracturas asociadas en el mismo miembro.
- Fallo inmediato del tratamiento ortopédico.

Entre las características del enfermo según el terreno en que asiente:

- Características personales del enfermo.
- Politraumatizados.
- Fracturas patológicas
- Enfermedad de Parkinson

Las fracturas abiertas son relativamente poco frecuentes, oscilando entre el 3% y el 8% en las series estudiadas (19). En los casos de lesiones cutáneas mínimas, en que la abertura se realiza de dentro a fuera, el tratamiento tras curar y cerrar la lesión puede ser variado, pero suelen ser fracturas cuya mayor desviación que ha ocasionado la lesión cutánea condicionan una mayor inestabilidad que facilita la indicación quirúrgica de la fractura para fijarla como si de una fractura cerrada se tratase. En las abiertas graves, asociadas generalmente a traumatismos de alta energía, se tratarán primariamente como todas las fracturas abiertas mediante el consabido desbridamiento, limpieza y cierre de la herida si es factible o con la cobertura apropiada si se requiere, acompañándose de la fijación estable de la fractura en todos los casos. La técnica de elección está controvertida, existiendo partidarios tanto de las osteosíntesis abiertas como cerradas. La fijación externa se reservará para los casos más graves, con más riesgo de infección, adaptándose la modalidad o fijador a emplear a lo que se requiera para estabilizar la fractura, siendo en los casos de pérdida ósea, por otro lado muy raros, los que necesiten mayor arsenal y mayor número de piezas de fijación. Si la elección es la de fijación interna, la placa de osteosíntesis presenta la ventaja de proporcionar una fijación rígida que permite emplear la herida abierta como vía de abordaje tras el adecuado desbridamiento y posterior buena cobertura, dar la posibilidad de inspeccionar el nervio radial si se requiere, y de conservar la vascularización endostal en los casos en que el aporte vascular perióstico pueda estar comprometido (60). Recientemente se ha demostrado el interés que supone el uso de enclavados encerrojados, siempre que estos no sean fresados (80), siendo imprescindible el cubrimiento cutáneo con garantías, y en el caso de requerir el óseo realizarlo en una segunda fase tras la cicatrización.

Las lesiones vasculares suelen presentarse en las fracturas abiertas, y suponen entre el 1% y el 3% de los casos (17, 28). La reparación vascular puede realizarse previamente o tras la estabilización de la fractura, dependiendo de la naturaleza de la misma, del abordaje quirúrgico necesario, del tipo de daño vascular y del tiempo de isquemia de la extremidad. De poder elegir, es preferible estabilizar primero la fractura para que la reparación vascular sea más segura.

Las fracturas asociadas a lesiones del plexo braquial, aunque poco frecuentes, suponen una combinación problemática. El tratamiento ortopédico con yeso colgante o funcional está contraindicado en una extremidad denervada. La fijación interna suele estar asociada a un alto porcentaje de unión de la fractura en estos casos (12, 62).

Las fracturas asociadas a parálisis del nervio radial constituyen un punto controvertido en las indicaciones quirúrgicas (3, 25, 36, 68). El nervio, debido a su localización rodeando a la diáfisis en el dorso a nivel del tercio medio y a su posición relativamente fija en la parte distal cuando penetra en el tabique intermuscular lateral hacia delante en dirección al antebrazo, es fácilmente lesionable cuando la fractura se localiza a dicho nivel. Su lesión puede ser primaria o secundaria a la reducción cerrada o abierta (18). La incidencia de parálisis varía del 2% al 17% (3, 36). La lesión más frecuente es una contusión nerviosa con neuroapraxia. Sin embargo la naturaleza del daño nervioso está

asociada al tipo y características de la fractura. Las fracturas transversas en el tercio medio son las que más se asocian con neuroapraxia, mientras que las fracturas espiroideas de la unión del tercio medio con el distal representan el mayor riesgo de laceración o atrapamiento del nervio radial (3, 36, 41). La recuperación espontánea de la función nerviosa aparece en el 73% de los casos en un tiempo aproximado de tres meses (19). Incluso las parálisis secundarias, aquellas asociadas a la manipulación de la fractura, suelen tener un alto porcentaje de recuperación espontánea (62).

Una gran controversia y opiniones dispares aparecen con respecto al manejo de las fracturas asociadas a parálisis del nervio radial. Las dos indicaciones más frecuentemente constatadas en la literatura para la exploración quirúrgica inmediata son las fracturas abiertas y las parálisis secundarias a una reducción cerrada (3, 19, 37, 58, 25, 80), o cuando la fractura va a ser intervenida a cielo abierto por indicación de una lesión vascular (18, 60). Sin embargo, el buen sentido hace comprender que se requiere colocar al nervio en las mejores condiciones anatómicas, para lo cual es preciso obtener rápidamente, incluso inmediatamente, la reducción del foco de fractura. Considerando el potencial de lesión yatrogénica del nervio con la exploración, y el hecho de que en un 20% al 30% de los casos en que se ha efectuado la exploración no se ha encontrado ninguna lesión nerviosa (45), y la impresión de que los resultados con la sutura nerviosa secundaria son comparables a la primaria, nunca se ha demostrado con claridad que la exploración y reparación iniciales de un nervio lesionado produzca mejores resultados que su reparación en una fecha posterior (18). De todas formas es preciso disponer del tiempo y la experiencia necesarias para una cirugía bajo microscopio precedida de una osteosíntesis.

En general, la exploración quirúrgica del nervio requiere una estabilización quirúrgica previa de la fractura. En la elección del material entre placa atornillada y enclavado endomedular, a favor de la primera hay autores que suponen que esta protegerá al nervio de la formación cercana de un callo exuberante (19), y que en un enclavado a cielo cerrado existe la posibilidad de interposición del nervio en el foco. Riesgo inexistente en caso de osteosíntesis por placa, salvo falta técnica grave. Así KEMPF (40) recomienda, para no prescindir del enclavado, explorar inicialmente el nervio de forma sistemática y aislarlo en el temor de que pueda sufrir un traumatismo añadido durante el fresado. La previsión de una futura ablación del material de osteosíntesis haría más recomendable la elección del enclavado, pero la extracción de una placa suele realizarse muy raramente.

Estará indicada la exploración tardía en aquellos pacientes en los que el electromiograma no muestra reinervación pasados unos cuatro meses de la fractura. El supinador largo y los extensores radiales del carpo son los primeros en reinervarse y los que se deben vigilar.

Entre las fracturas asociadas del mismo miembro, el codo flotante, o la presencia de fracturas ipsilaterales de diáfisis del húmero y antebrazo, suponen una indicación quirúrgica absoluta, requiriendo una fijación estable de todos los focos de fractura (10,80), lo cual permite la temprana y completa movilización

activa de las articulaciones adyacentes, a la vez que disminuye el riesgo de pseudartrosis asociado a la presencia de múltiples fracturas del mismo miembro (46). En igualdad de condiciones, para la fractura diafisaria del húmero, se recomienda el uso de placas como osteosíntesis, puesto que la realización de un enclavado puede añadir un riesgo potencial de rigidez de hombro o codo en una extremidad que puede acabar con la funcionalidad comprometida.

En los casos en que la fractura diafisaria se asocia a otra intraarticular o presente un trazo que llegue a una articulación, supone la necesidad de una osteosíntesis estable para permitir una temprana movilización articular, en cuyo caso suelen requerir el uso de placas más apropiadas a la fijación metafisioepifisaria (60).

El fallo del tratamiento ortopédico conservador suele suponer la pérdida de la reducción conseguida en un primer intento, comprobándose la falta de estabilidad del foco. En otras ocasiones, esta falta de reducción es debida a la interposición muscular cuando el trazo es oblicuo o espiroideo largo, generalmente en el tercio superior o en el medio, en el que el extremo afilado de un fragmento al desplazarse perfora un vientre muscular, y tras el intento de reducción ha quedado el músculo interpuesto, comprobándose por la persistencia de la separación de la línea de fractura y porque en las maniobras de reducción no se nota el normal contacto interfragmentario, apreciándose una resistencia blanda que hace sospechar la interposición. La liberación de la misma junto al largo trazo de fractura hacen requerir un abordaje focal y su osteosíntesis mediante placa atornillada.

Las características personales del enfermo, propias de él mismo o asociadas a su situación traumática, pueden condicionar el tipo de tratamiento a elegir. Ello puede presentarse en personas obesas, en mujeres con grandes mamas en las que un tratamiento conservador con un vendaje puede llegar a ser mal tolerado, dificultar la respiración o el sueño, o al contrario en aquellos que necesiten una rapidez en recuperar su autonomía por imperativo laboral como manifiestan ciertos deportistas cuando han alcanzado un cierto nivel competitivo o en empresarios con requerimientos por su trabajo. Ante estas indicaciones no solo ligadas a las características de la fractura, es conveniente explicarles los riesgos que supone toda osteosíntesis.

Los pacientes politraumatizados presentan fracturas de húmero con frecuencia variable entre el 15% al 30% según las series publicadas (17). En ellas el tipo de lesiones puede hacer que el tratamiento ortopédico sea muy dificultoso o imposible, por lo que la mayoría de los autores proponen la fijación quirúrgica. La modalidad y el momento de la osteosíntesis, en una o en varias sesiones quirúrgicas, dependerá del contexto general del politraumatizado, y del orden y prioridad para resolver cada una de las lesiones. Si la fractura del húmero no es complicada puede entrar entre las últimas en necesidad quirúrgica estabilizadora. En el caso de que la fractura se asocie a un traumatismo torácico homolateral con fracturas costales múltiples, o en un paciente en coma intubado y ventilado o asociado a quemaduras extensas, puede obligar al empleo de fijadores externos o enclavados, según las

posibilidades de control con Intensificador de Imágenes para su colocación, o con la agresividad del procedimiento dependiendo de la vitalidad del traumatizado.

Las fracturas patológicas, generalmente debidas a tumores metastásicos (80), requieren analgesia rápida y estabilización eficaz que mejore la calidad de vida restante del paciente (17). Los mejores resultados se han descrito con las osteosíntesis intramedulares, proponiéndose en los casos en que la localización anatómica de la fractura lo permita (37,76). En graves defectos óseos el uso adicional de metacrilato aumenta la estabilidad (43,76). Otra indicación es la profiláctica, mediante enclavado intramedular para evitar el riesgo de fractura patológica inminente (47, 60).

La enfermedad de Parkinson dificulta cualquier tratamiento ortopédico, lo mismo que cualquier patología crónica que asociada a la edad avanzada de cada día mayor número de nuestros pacientes, hace difícil la tolerancia de inmovilización de un miembro y aumenta la necesidad de cuidados personales no siempre fáciles de conseguir.

La experiencia del equipo quirúrgico y las condiciones o medios técnicos donde se realiza el tratamiento influyen de forma evidente en la elección terapéutica. Pero el análisis retrospectivo de los resultados de los diferentes métodos, muestran de forma clara las ventajas e inconvenientes de cada indicación en función del nivel y del tipo de fracturas (11).

En el tercio proximal, un tratamiento ortopédico o funcional siguiendo a SARMIENTO (69) es más difícil de llevarlo a la práctica, ya que inmovilizaciones con toracobraquial salvo en casos muy concretos en niños, pertenece al recuerdo histórico. El Fijador Externo no es muy apropiado, requiriendo que las fichas proximales sean transdeltoideas. La osteosíntesis abierta con placa requiere el apoyo de fijación atornillada en la cabeza humeral, sobre todo cuando la localización es alta y la calidad ósea precaria, necesitando aumentar los puntos de fijación. El enclavado centromedular encuentra una buena indicación, siendo la fijación proximal su punto más problemático. Si la fractura es muy inestable requerirá un encerrojado proximal. En la preferencia de serlo por vía proximal o distal hay opiniones para todos los gustos. Lo lógico sería hacerlo por vía anterógrada cuyo encerrojado proximal es más fácil y seguro (38), pero hay autores que la posibilidad de rigidez del hombro debido a la vía de entrada lo contraindican aconsejando la vía distal (11) o incluso el encerrojado de HACKETHAL o el clavo de MARCHETTI (30, 78). Si se elige la vía anterógrada, si el trazo de fractura es muy proximal, la impactación correcta del clavo hasta hundirlo en su punto de entrada óseo para que no de problemas de roce en el manguito, puede colocar los tornillos del encerrojado superiores en la línea de fractura, lo que hay que controlar en la planificación preoperatoria (29).

El tercio medio es la localización más habitual de las fracturas diafisarias, y donde tienen cabida todos los métodos terapéuticos. Siendo el húmero la localización diafisaria de fracturas con criterio menos unánime para el tratamiento y donde todos los métodos tienen sus partidarios y detractores más

fervientes. El tratamiento ortopédico lógicamente es el más inocuo, el quirúrgico tiene en el abordaje a foco abierto además del riesgo común desvitalizador del foco, el de lesionar el radial, y los enclavados endomedulares que en otras diáfisis son mucho menos discutidos, en el húmero presentan el inconveniente, diversamente contemplado, de afectar la articulación próxima a su introducción.

En el tercio distal el tratamiento ortopédico guarda todo su valor si está indicado. El enclavado de HACKETHAL o el enclavado medular por vía proximal son indicaciones en precario. El enclavado distal, el de MARCHETTI y sobre todo la placa por vía posterior encuentran sus indicaciones preferentes. -  
*Fig.24-*

Cada tipo de fractura responde a reglas biológicas y biomecánicas de inmovilización que deben imperativamente ser respetadas en el método de inmovilización elegido. Un trazo de fractura transversal bajo el efecto del peso del brazo y al que se puede añadir el del enyesado facilitará una diástasis interfragmentaria sin permitir el callo perióstico. El mismo riesgo de falta de unión a que se expone este tipo de fractura, o con un tercer fragmento, si se fija en distracción por un enclavado de HACKETHALL. Pero en estos dos métodos terapéuticos la tolerancia de los micromovimientos permiten la consolidación si existe un buen afrontamiento y un contacto fracturario suficiente. Por ello un enclavado de alineación puede ser suficiente si otro método complementario controla las rotaciones, como el clavo de MARCHETTI, -*Fig.25-* por ello los enclavados encerrojados encuentran su mejor indicación, sin el riesgo neurológico que supone la colocación abierta de una placa a cambio del posible daño articular en la zona de entrada. La tendencia actual tiende a un progresivo empleo de estos clavos, gracias a la mejoría y fiabilidad que los últimos modelos presentan.

Las fracturas oblicuas y espiroideas responden a ideas similares. Si la fractura es única, y tras la reducción es estable, el tratamiento conservador que puede acabar en uno funcional, puede ser el de elección. Fijarlas con placas es posible, pero requieren un amplio abordaje cuyo riesgo es a valorar, sobre todo si no es posible la reducción cerrada. Si lo es, el enclavado con el método que se tenga más experiencia, encuentra una indicación totalmente válida. El respeto de la biología del foco de fractura al no abordar el foco siempre supone una ventaja que se debe buscar.

En las fracturas complejas, si la existencia de un tercer fragmento o una conminución no muy amplia permite el contacto entre los fragmentos y su correcto alineamiento, un tratamiento ortopédico puede ser suficiente. Si la fijación se requiere, la placa atornillada es difícil y poco biológica por su agresividad, necesitando en ocasiones la ayuda de un aporte biológico por injerto autólogo, lo que la hace muy restrictiva en su empleo. La fijación endomedular, cuyas características proporcionen la estabilidad requerida, tienen en sus diversos modelos la indicación adecuada. -*Fig.26-* Igualmente, las raras fracturas bifocales son para enclavados, que si es posible hay que relizarlos sin fresado. Es donde el método de HACKETHAL consigue sus mejores resultados

## CONCLUSIONES

La mayor parte de las fracturas diafisarias de húmero consolidan con tratamientos ortopédicos simples, poco costosos y sin iatrogenia. Pero la osteosíntesis aporta ventajas a costa de riesgos evidentes, entre los que la posible lesión del nervio radial preside la escena, más en la cirugía abierta, pero no exenta en las osteosíntesis intramedulares. Por ello se requiere un gran rigor técnico en el empleo de cada método, y que los tratamientos seguidos sean diversos y distintos para las diferentes fracturas. En los últimos años el enclavado en cerrojo ha visto crecer su número de usuarios, en parte gracias a la mayor fiabilidad de clavos e instrumental, que aun deben perfeccionarse.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- ALNOT J. Y., LEREUN D.- Les lésions traumatiques du tronc du nerf radial au bras.-Rev. Chir. Orthop. 75, 433-442, 1989.
- 2.- American College of Surgeons on Trauma : An Outline of the Treatment of Fracture.- 8 th. Ed. Philadelphia, W. B. Saunders 1.965.
- 3.- AMILLO S., BARRIOS R. H., MARTINEZ-PERIC R., LOSADA J. I.- Surgical Treatment of the Radial Nerve Lesions Associated with Fractures of the humerus.-J. Orthop. Trauma 7, 211-215, 1993.
- 4.- AN K. N., BROWNE A. O., KORINEK S., MORREY B.F.,- Three-dimensional kinematics of glenohumeral elevation.- J. Orthop. Res. 9, 143-149, 1991.
- 5.- BABIN S. R. – Les fractures de la diaphyse humérale.- En Conférences d'Enseignement 1978. SOFCOT n° 8 PP.91-114- Paris, Expansion Scientific Francaise 1.978.
- 6.- BARNES C. E.; SHULER T.E.- Complications Associated with the Seidel Nail- Orthop. Rev. 22, 699-706, 1993
- 7.- de BASTIANI G., ALDEGHERI R., RENZI BRIVIO L: - The treatment of fractures with a dynamic axial fixator – J. Bone Jt Surg. 66-B, 538-545, 1984.
- 8.- BERCK L:- Report to the Trauma Committee. American Academy of Orthopaedic Surgeon. January 1.961.
- 9.- BEZES H., MASSAT P., FOURQUET J. P., FINET P., TAZI F., TOURNE Y., FAIGT B. – De L'intérêt á synthésiser par plaque vissée bon nombre de fractures de la diaphyse húmérale- Intern. Orthop. 19, 16-25, 1995
- 10.- BONE L. B. – Fractures of the Shaft of the Humerus. In CHAPMAN M. W. – Operative Orthopaedics, 2 th ed., 425-438.- Philadelphia, J.B. Lippincot Company 1993
- 11- BONNEVIALLE P.- Fractures récentes et anciennes de la diaphyse humérale .- Cahiers d'enseignement de la SOFCOT , n° 55. Expansion Scientifique Francaise Paris, 79-96, 1996
- 12.- BRIEN W. W., GELLMAN H., BECKER V., GARLAND D. E., WATERS R. L., WISS D. A. – Management of Fractures of the Humerus in Patients Who Have an Injury of the Ipsilateral Brachial Plexus.- J. Bone Jt. Surg. , 72-A, 1208-1210, 1990.
- 13.- de la CAFFINIÈRE J. Y., BRNZIMRA R., LACAZE F., CHAINE A. – Embrochage centromédullaire des fractures de la diaphyse humérale – Rev. Chir. Orthop., 85, 125-135, 1999

- 14.- CHRISTENSEN S.- Humeral shaft fractures. Operative and Conservative Treatment.- Acta Chir. Scand. 133, 455-461, 1967
- 15.- CONSTANT C.R., MURLEY A.H.G.- A clinical method of functional assessment of the shoulder- Chir. Orthop. 214, 160-164, 1987.
- 16.- COPIN G., TIMSIT J. P., BOUYED S., KEMPF I.- Traitement des fractures diaphysaires de l'humérus de l'adulte par la méthode de Sarmiento.- Rev. Chir. Orthop.3.175-176, 1983
- 17.- COUDANE H., HARDY P., BENOIT J.- Fractures de la Diaphyse Humérale.- En: L'Encyclopédie Medico-Chirurgicale. Appareil Locomoteur, 14-039, A-10, Paris, Elsevier.1996.
- 18.- CRENSHAW A.H.- Fracturas de la Cintura Escaoular, Brazo y Antebrazo. En Crenshaw A.H. (ed): Campbell Cirugía Ortopédica, 8ª ed. Pp. 931-991. Buenos Aires, Panamericana 1993
- 19.- DABEZIES E.J., BANTA C.J., MURPHY C.P., D'AMBROSIA R.D.- Plate Fixation of the Humeral Shaft for Acute Fractures, With and Without Radial Nerve Injuries- J. Orthop. Trauma 6, 10-23, 1992
- 20.- DALTON J.E., SALKED S.L., SATTERWHITE Y:E., COOK J:D.- A biomechanical comparison of intramedullary nailing systems for the humerus.- J. Orthop. Trauma, 17,367-374, 1993
- 21.- DEMEULENAERE C.- Trois voies d'abord de l'extrémité supérieure de l'humérus et de la diaphyse humérale.- Ostéosynthèse. Matériel. Techniques. Complications. Vol. VIII de Actualités de Chir. Orthop. De L'Hôpital Raymond-Poincaré.- Masson et Cie. 1970.
- 22.- DOODY S.G., FREEDMAN L., WATERLAND J.C.- Shoulder movements during abduction in the scapular plane.- Arch. Phys. Med. Rehab. 595-604, 1970.
- 23.- DUFOUR O., BEAUFILS P., OUAKNINE M., VIVES P., PERREAU M.- Traitement fonctionnel des fractures récentes de la diaphyse humérale par le méthode de Sarmiento- Rev. Chir. Orthop. 75, 292-300, 1989
- 24.- FARRAGOS A. F., SCHEMITSCH E.H., McKEE M.D.- Complications of intramedullary nailing for fractures of the humeral shaft : a review.- J. Orthop. Trauma. 13, 258-267, 1999
- 25.- FOSTER R. J. , SWIONTKOWSKI M.F., BACH A.W.- Radial Nerve Palsy Caused by Open Humeral Shaft Fractures.- J. Hand Surg. 18-A, 121-124,1993.
- 26.- FREEDMAN L., MUNRO R.R.-Abduction of the arm in the scapular plane: Scapular and glenohumeral movements- J. Bone Jt. Surg., 48-A 1503-1510, 1966.

- 27.-GAGEY O. BONFAIT H.:, GILLOT Cl., MAZAS F.- Anatomie fonctionnelle et mécanique de l'élévation du bras.- Rev.Chir. Orthop. 74, 209-217, 1988.
- 28.- GAINOR B. J., METZLER M.- Humeral Shaft Fracture With Brachial Artery Injury.- Clin. Orthop. 204, 154-161, 1986.
- 29.- GAULLIER O., REBAÏ L., DUNAUD J.L., MOUGHABGHAB M., BENAÏSSA S.- Traitement des fractures récentes de la diaphyse humérale par enclouage centro-médullaire verrouillé selon Seidel- Rev. Chir. Orthop., 85, 349-361, 1999.
- 30.- GAYET L.E., MULLER A., PRIES P., MERIENNE J. F., BRAX P., SOYER J., CLARAC J. P.- Fractures de la diaphyse humérale: Place de l'embrochage fasciculé selon Hackethall.- Rev. Chir. Orthop. 78, 13-22, 1992.
- 31.- HABERNEK H., ORTHNER E.- A locking nail for fractures of the humerus.- J. Bone Jt. Surg. 73-B, 651-653, 1991.
- 32.- HACKETHALL K. H.- Die Bündle-Nagelung Eine Methode der Mark-Nagelung langer Röhrenknochen- Langenbecks Arch Klin Chir, 298, 1001-1003, 1961.
- 33.- HEIM D., HERKERT F., HESS P., REGAZZIONI P.- Surgical treatment of humeral shaft fractures. The Basel experience.- J. of Trauma 35, 226-232, 1993
- 34.- HENLEY M. B., MONROE M., TENCER A. F.- Biomechanical comparison of methods of fixation of a midshaft osteotomy of the humerus.- J. Orthop. Trauma, 5 ,14-20, 1991
- 35.- HOLLINSHEAD W. H. – Anatomy for Surgeons. Vol 3, New York, Hoeber-Harper 1958.
- 36.- HOLSTEIN A., LEWIS G. B.- Fractures of the Humerus With Radial Nerve Paralysis.- J. Bone Jt. Surg., 45-A, 1382-1388.
- 37.-HOLZHEIMER R. G., KUNZE K. G.- Die Palliative Operative Therapie Pathologischer Frakturen.- Unfallchirurg.- 14, 283-290, 1988.
- 38.- INGMANA. M., WATERS D. A.- Locked Intramedullary Nailing of Humeral Shaft Fractures.- J, Bone Jt. Surg. 76-B, 23-299, 1994.
- 39.- KELLAM J. BEUERLAND D., BROCKEHUYSE. H.- The anatomy and biomechanics of locked humeral nails.- J. Orthop. Trauma, 5, 217-219, 1991.
- 40.- KEMPF I., HECKEL Th., PIDDHORZ L. . E., TAGLAN G; GROSSE A.- L'enclouage verrouillé selon Seidel des fractures diaphysaires humérales récentes.- Rev. Chir. Orthop.80, 5-13, 1994.

- 41.- KETTLEKAMP D. B., ALEXANDER H. – Clinical Review of Radial Nerve Injury. – J. Trauma, 7, 424-432, 1.967.
- 42.- KLAUE K., KOWALSKI M., PERREN S.M.- Internal Fixation with a Self-compressing Plate and Lag Screw : Improvements of the Plate Hole and Screw Design. In Vivo Investigations.- J. Orthop. Trauma. 5 289-296, 1991.
- 43.- KUNEC J. R., LEWIS R.J.- Closed Intramedullary Rodding of Pathologic Fractures With Supplement Cement.- Clin. Orthop. 188, 183-186, 1984.
- 44.- KÜNTSCHER G.- El enclavado intramedular.-pp: 146-159,- Ed. Científico Médica.-Barcelona 1065.
- 45.- KWASNY O., MAIER R., KUTSCHA-LISSBERG F., SCHARF W.- Vorgehen bei Oberarmschaftfrakturen Mit Primären Oder Sekundärem Radialisschadern.- Unfallchirurg. , e8-A, 168-173, 1992.
- 46.- LANGE P. H., FOSTER R. J.,- Skeletal Management of Humeral Shaft Fractures Associated With Forearm Fractures.- Clin. Orthop. 195, 174-177, 1985
- 47.- LENOBLE E., TERRACHER R., KESSI M., GOUTALLIER D.- Traitement des fractures diaphysaires de l'humérus par fixateur externe de Hoffmann.- Rev. Chir. Orthop., 79, 606-614, 1993.
- 48.- LEWALLEN R. P., PRITCHARD D. J., SIM F. M.- Treatment of Pathologic Fractures or Impending Fractures of the Humerus With Rush Rods and Methylmethacrylate: Experience With 55 Cases in 54 patients. 1968-1977.-Clin. Orthop. 166, 193-199, 1982.
- 49.- LIN J., HOU S., M.- Anterograde Locked Nailing for Humeral Shaft Fractures.- Clin. Orthop. 365, 201-210, 1999.
- 50.- MARCHETTI P. G., VICENZI G.; IMPALLOMENI C.- A new nail for elastic intramedullary internal fixation.- J. Bone Jt. Surg., 79-B, Suppl. I, 88-89, 1997
- 51.- MARCHETTI P. G., VICENZI G., IMPALLOMENI C.- L'Osteosintesi endomidollare elastica nelle fratture dell'omero.- Giorn. Ital. Orthop. Trauma. Suppl. Vol XXV, 1, 207-213, 1999
- 52.- DEMEULENAERE C.- Tois voies d'abord de l'extrémité supérieure de l'humérus et de la diaphyse humérale.-Ostéosynthèse. Matériel. Techniques. Complications. Vol VIII de Actualités de Chir. Orthop. de L'Hôpital Raymond-Poincaré.- pp: 18-25, Masson et Cie. 1970.
- 53.- de MOURGUES G., FISCHER L.P., GILLETJ. P., CARRET J. P.- Fractures récentes de la diaphyse humérale. A propos d' une série continue de 200 observations dont 107 uniquement traitées par plâtre pendant.- Rev. Chir. Orthop. 61, 191-207, 1975.

- 54.- MÜLLER M. A., NAZARIAN S., KOCH P., SCHATZKER T.- The comprehensive Classification of Fractures of Long Bones.- Springer-Verlag , Berlin, 1990.
- 55.- MÜLLER M. E., ALLGÖWER M., SCHNEIDER R., WILLENEGGER H.- Manual de Osteosíntesis.-Springer-Verlag Ibérica PP: 444-445, 1993.
- 56.- OCHSNER P. E., BAUMGART F., KOHLER G.- Heat-induced segmental necrosis after reaming of one humeral and two tibial fractures with a narrow medullary canal. Injury , 29, Suppl. N° 2, SB1-SB10, 1998.
- 57.- PAUWELS F.- Biomechanics of the locomotor apparatus. Springer. Berlin. 1980.
- 58.- POLLOCK F. H., DRAKE D., BOVILL E. G., DAYL L., TRAFTON P. G.- Treatment of Radial Neuropathy Associated With Fractures of the Humerus.- J. Bone Jt. Surg., 63-A, 239-243, 1981.
- 59.- POPPEN N. K., WALKER P. S.- Normal and abnormal motion of the sholuder.- J. Bone Jt. Surg. 58-A, 195-201, 1976.
- 60.- RAMIN M., JUPITER J. B.- Operative Management of Dyaphyseal Fractures of the Humerus. Plate versus Nail.- Clin. Orthop., 347, 93-104, 1998.
- 61.- REMIGER A. R., MICLAU T., LINDSEY R. W., BLATTER G.- Segmental Avascular of the Humeral Diaphysis After Reamed Intramedullary Nailing.- Journal Orthop. Trauma, 11, 308-314, 1997.
- 62.- RICHARD H., LANGE M., D.- Fractures of the Humerus Shaft. AAOS, OKU, Trauma, 25-34, 1996.
- 63.-RIEMER B. L., D'AMBROSIA R., KELLAM J. F., BUTTERFIELD S. L., BURKE C. J.- The anterior Acromial Approach for Anterograde Intramedullary Nailing of the Humeral Diaphysis.- Orthopedics, 16, 1219-1223, 1993.
- 64.- RIEMER B. L., FOGLESONG M. E., BURKE C. J.- Complications of Seidel Intramedullary Nailing of Narrow Diameter Humeral Diaphyseal Fractures.- Orthopaedics, 17, 19-29, 1994.
- 65.- RIEMER B. L., BURKE C. J., BUTERFIELD S. L., D'AMBROSIA R., KELLAM J., RUSSEL T.- The risk to the shoulder as an entry portal for anterograde intramedullary nailing of the humeral diaphysis.- Orthopaedics, 17, 149-155, 1994.
- 66.- ROBINSON C. M., BELLE K. M., COURT-BROWN C. M., MAC QUEEN M. M.- Locked nailing of humeral shaft fractures.- J. Bone Jt. Surg.- 74-B, 558-562, 1.992.
- 67.- ROMMERS P. M., VERBRUGGEN J., BROSS P. L.- Retrograde locked nailing of humeral shaft fractures.- J. Bone Jt. Surg., 77-B, 84-89, 1995

- 68.- SAMARDZIC M., GRUJICIC D., MILINKOVIC Z. B.- Radial Nerve Lesions Associated With fractures of the Humeral Shaft.- *Injury*, 21, 220-222, 1.990.
- 69.- SARMIENTO A., KINMAN P: B., GALVIN E. G., SCHMITT R. H., PHILIPS J: G.- Functional bracing of the shaft of the humerus.- *J. Bone Jt. Surg.- 59-A*, 596-601, 1977.
- 70.-SCHOPPER A., HEARN C., MALISANO I., POWELL J. N., KELLAM J. F.- Comparison of torsional streng of humeral intramedullary nailing: a cadaveric study.- *J. Orthop. Trauma*,8, 414-421, 1994
- 71.- SEIDEL H.- Traitement des fractures de l'humérus á l'aide du clou verrouillé. En: *Enclouage centro-medullaire. Cahiers d'Enseignement de la SOFCOT n° 39*, pp:55-59, Expansion Scientifique Francaise. Paris, 1990
- 72.- SIMON P., JOBARD D., BISTOUR L., BABIN S. R.- Complications of Marchatti locked nailing for humeral shaft fractures.- *Intern. Orthop.* 23, 320-324, 1999
- 73.- SIMON P., GERAUD H. O., RINNE E., BABIN S. R.- L'enclouage fasciculé de l'humerus avec le clou de Marchetti. Premiers résultats.-*Rev. Chir. Orthop., Suppl. 2*, 55-56, 1996.
- 74.- STERN P. J., MATTINGLY D. A., POMEROY D: L., ZENNI E. J., KREIG J. K.- Intramedullary Fixation of Humeral Shaft Fractures.- *J. Bone Jt. Surg.*, 66-A, 639-646, 1984.
- 75.- SVEN-HANSEN H., SKETTRUP M., RATHCKE M. W.- Complications using the Seidel intramedullary nail: Outcome in 31 patients.- *Acta Orthop. Belg.*, 64, 291-295, 1998.
- 76.- VAIL T: P., HARRELSON J. M.- Treatment of Pathological Fracture of the Humerus- *Clin. Orthop.*, 268, 197-202, 1991.
- 77.- ZAGORSKI J. B., LATTA L.L., ZYCH G. A.- Diaphyseal Fractures of the Humerus: Treatment with prefabricated braces.- *J. Bone Jt. Surg.*. 70-A, 607-610, 1988
- 78.- ZATTI G., TELI M., FERRARIO A., CHERUBINO P.- Treatment of Closed Humeral Shaft Fractures with Intramedullary Elastic Nails.- *Journal of Trauma*, 45, 1046-1050, 1998.
- 79.- ZIMMERMAN M. C., WAITE A. M., DEEHAN M., TOVEY J., OPPENHEIM W.- A biomechanical analysis of four humeral fracture fixation systems- *J. Orthop. Trauma*, 8, 233-239, 1994.
- 80.- ZUKERMAN J. D., KOVAL K. J.- Fractures of the Shaft of Humerus. En *Rockwood C. A., GREEN D. P., BUCHOLZ R. W., HECKMAN J. D.: Fractures in Adults- 4<sup>th</sup> ed. Pp: 173-189*, Philadelphia. Lippincott-Raven, 1996.