

TRABAJO DE FIN DE GRADO:

COMPLICACIONES DE LAS

FRACTURAS SUPRACONDÍLEAS

DEL HÚMERO EN LA INFANCIA

MARIA MOLINA MATA
6º CURSO, FACULTAD MEDICINA
UNIVERSIDAD ZARAGOZA

TUTOR: Dr. Jorge Gil Albarova
Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología
Hospital Universitario Miguel Servet
Zaragoza



Universidad Zaragoza

INDICE

Resumen	3
Abstract.....	4
Introducción.....	5
1. Epidemiología	5
2. Clasificación	5
3. Tratamiento	6
Material y métodos.....	8
Resultados	8
1. Complicaciones neurológicas.....	9
2. Pérdida de la reducción	13
3. Complicaciones vasculares	13
4. Síndrome de Volkmann.....	16
5. Deformidades angulares	18
6. Pérdida de movilidad del codo	23
7. Refractura	24
8. Infección.....	24
9. Miositis osificante	25
10. Necrosis avascular de la tróclea.....	25
Bibliografía	26

Resumen

Las fracturas supracondíleas del húmero son una patología muy frecuente en la infancia, contando con alrededor del 15% de las fracturas pediátricas, por lo que el conocimiento de su etiopatogenia, manejo terapéutico y posibles complicaciones posteriores es fundamental. Tras una revisión de la bibliografía existente se presenta el siguiente trabajo sobre las principales complicaciones de estas fracturas. Para una mayor comprensión de las mismas se ha decidido describirlas por separado atendiendo individualmente a su mecanismo de producción, diagnóstico, tratamiento necesario y pronóstico a medio y largo plazo. En primer lugar, las complicaciones neurológicas aparecen entre el 20-30% de los casos tras una fractura supracondílea, siendo más frecuente la lesión del nervio mediano (nervio interóseo anterior). Una correcta exploración neurológica de la extremidad pondrá de manifiesto los posibles déficits neurológicos, los cuales afortunadamente en más del 80% de los casos no requieren ningún tratamiento al consistir en neuroapraxias que recuperan su total funcionalidad a los pocos meses. Las complicaciones vasculares, por otro lado, tienen una incidencia menor que las primeras pero su repercusión puede llegar a ser potencialmente mucho mayor. Va a ser muy importante saber reconocer de manera inmediata aquellos casos de compromiso neurovascular en los que será imprescindible la actuación urgente por parte del traumatólogo, puesto que no hacerlo podría ocasionar la aparición de la complicación más temida y devastadora, la contractura isquémica de Volkmann. Se describirá también el caso particular de la mano bien perfundida pero con ausencia de pulso distal, en la que parece haber una relativa controversia en el manejo del paciente, optándose en ocasiones por la observación estrecha de la extremidad en vez de la intervención quirúrgica. Otra complicación muy frecuente en estos pacientes es la deformidad angular de la articulación en cúbito varo, la cual puede aparecer hasta en un 60% de los casos. Afortunadamente, no suelen requerir ninguna intervención quirúrgica correctora puesto que la mayoría de las veces no se acompañan de una limitación funcional articular, siendo un mero problema estético. Finalmente, se hará mención de otras complicaciones menos frecuentes como la infección, la miositis osificante o la necrosis avascular de la tróclea.

Palabras clave: fracturas supracondíleas húmero infancia complicaciones

Abstract

Supracondylar fractures of the humerus are a frequent injury in childhood, with about 15% of all paediatric fractures. Thus a proper knowledge of its ethiology, treatment and possible posterior complications is crucial. After a review of the literature, we present this paper about the main complications following a supracondylar fracture of the humerus in children. In order to assure their better understanding we have decided to describe them separately, explaining their individual ethiological mechanism, diagnosis, treatment and medium-long-term prognosis. Firstly, neurological complications appear in about 20-30% of the cases, being the most frequent nerve affected the median nerve (anterior interosseus nerve). A proper neurological examination will show the exact neurological deficits, most of them (more than 80%) being neurapraxias which resolve spontaneously in a few months without any further treatment. Vascular complications, on the other hand, have a less incidence than the previous ones, but their potential consequences make them much more dangerous. It is going to be essential a quick and thorough diagnosis in order to proceed with these patients in an urgent manner. Not doing as so could compromise definitely the irrigation of the distal limb, setting off the most feared and devastating complication: Volkmann ischaemic contracture. It will be discussed the particular case of a well perfused pulseless hand, in which there seems to be a controversy regarding its treatment, whether a conservative option with a close observation of its evolution or a surgical evaluation of the vascular circulation. Another common complication in these patients is the angular deformation of cubitus varus, which can reveal in up to 60% of the cases. Fortunately, they don't tend to require any corrective surgical intervention given that most of the times patients don't show any functional limitation of the elbow, being the deformity just an aesthetic issue. Finally, other complications much less frequent will be mentioned, such as infection, ossificans myositis or trochlear avascular necrosis.

Key words: supracondylar fractures humerus children complications

Introducción

1. Epidemiología

Las fracturas supracondíleas del húmero distal suponen las fracturas de codo más frecuentes en la población infantil y cuentan con la mayor tasa de complicaciones en edades menores a 10 años¹. Suponen aproximadamente entre el 12 y el 18% del conjunto de las fracturas pediátricas^{2,3,6,7}, siendo su pico de edad entre los 5-7 años aproximadamente^{1,4,5,6,7}, aunque algunos autores inician el rango de edad en edades inferiores² mientras que otros lo alargan hasta los 11 años⁸. Esta elevada prevalencia explica la enorme cantidad de estudios que se encuentran en la literatura acerca de sus posibilidades terapéuticas en función del tipo de fractura que presenta el paciente, así como también acerca de sus posibles complicaciones asociadas relacionadas tanto con el mecanismo de producción de la fractura como con la propia actuación médica. De este modo, el propósito del presente trabajo es realizar una revisión retrospectiva sobre las distintas complicaciones encontradas en las fracturas supracondíleas del húmero en niños y del manejo terapéutico de cada una de ellas.

2. Clasificación

En relación a su mecanismo de producción, las fracturas supracondíleas del húmero se clasifican en fracturas en extensión (Figura 1) o fracturas en flexión (Figura 2), siendo mucho más frecuentes aquellas en extensión que suponen un 95%^{2,9,10} de los casos (ha habido autores que elevan la cifra hasta un 98% en comparación con las fracturas en flexión^{4,11}).



Figura 1.- Fractura en extensión



Figura 2.- Fractura en flexión

Dentro de estas fracturas existe una clasificación específica propuesta por Gartland¹², quien las divide en función de la presencia de desplazamiento o no de los fragmentos en la radiografía lateral así como de la integridad de la cortical (Figura 3). Así, nos encontramos con: fracturas tipo I cuando no son desplazadas, fracturas tipo II cuando sí hay desplazamiento pero la cortical posterior permanece intacta, y fracturas tipo III, en donde además del desplazamiento hay una pérdida de contacto de la cortical

posterior. Este último grupo se divide en tipo A y tipo B en función del desplazamiento posteromedial y posterolateral, respectivamente, en la radiografía antero-posterior.

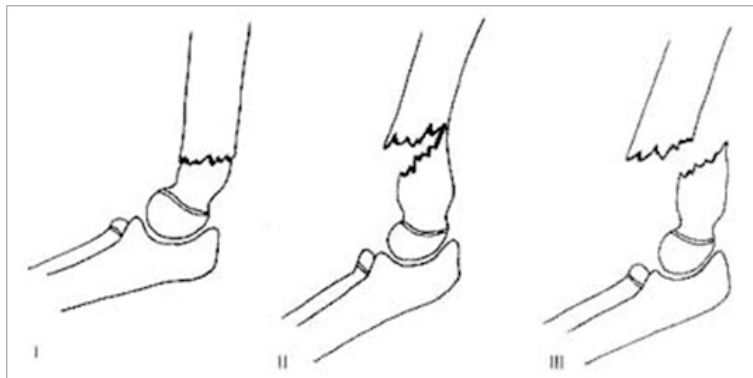


Figura 3.- Clasificación de Gartland para las fracturas en extensión

Es importante saber clasificar bien la fractura desde un primer momento puesto que en función del tipo que presente, el paciente tendrá una mayor probabilidad de presentar determinadas complicaciones, como sucede con las neurológicas. En la literatura está descrita una clara asociación de lesiones en el nervio radial ante fracturas tipo Gartland IIIA, lesiones en el nervio mediano ante fracturas tipo Gartland IIIB y lesiones en el nervio cubital ante fracturas en flexión¹³, como explicaremos con más detenimiento a lo largo del trabajo.

3. Tratamiento

En general, el tratamiento de estas fracturas se va a basar en conseguir una adecuada reducción anatómica seguida de una estabilización de la misma para mantener dicha reducción, disminuyendo al máximo las complicaciones. En dependencia del tipo de fractura que presente el paciente nos inclinaremos por unas técnicas terapéuticas determinadas, intentando siempre que se pueda un manejo conservador.

Es por esto por lo que en aquellas fracturas en extensión Gartland tipo I, tras una correcta exploración y valoración neurovascular, optaremos por una reducción cerrada seguida de inmovilización de la articulación a 90º de flexión con yeso durante 3 – 4 semanas y de una radiografía a la semana para descartar la pérdida de la reducción^{2,9,14}.

En las fracturas en extensión Gartland tipo II ha habido cierta controversia acerca de la actitud a tomar. En general, se puede afirmar que va a ser el grado de desplazamiento el que nos marque la pauta de tratamiento a utilizar¹⁵. La literatura describe que, en aquellos casos en los que no haya un gran desplazamiento, la práctica de una reducción cerrada de la fractura seguida de inmovilización de la articulación a 90º de flexión con yeso^{1,6,9,10}. Por otro lado, otros autores defienden la técnica de reducción

cerrada seguida de la colocación percutánea de agujas de Kirschner puesto que de esta manera se reducen los riesgos neurovasculares asociados así como la pérdida de la reducción^{2,4,14}. Young et al¹⁶ publicaron un artículo en el que evaluaron la satisfacción posterior del paciente y sus padres y familiares tras una fractura supracondílea tratada con agujas cruzadas de Kirschner o con tracción esquelética. En él, se puso de manifiesto que el mayor descontento aparecía en los casos de complicaciones neurológicas, independientemente del tipo de tratamiento que había recibido el niño. En cualquier caso, en la actualidad parece que se está optando con mayor frecuencia por la colocación de agujas de Kirschner².

Finalmente, en las fracturas en extensión Gartland tipo III, no hay ninguna duda de que el manejo más aceptado en la profesión es la práctica de una reducción cerrada, siempre que sea posible, seguida de la colocación de agujas de Kirschner^{1,2,4,6,9,10,11,14}. Esta estabilización puede realizarse con las agujas cruzadas o laterales, en función de las preferencias del cirujano principalmente. Es importante tener en cuenta que las agujas cruzadas proporcionan una mayor estabilidad de la reducción de la fractura pero se acompañan de un mayor riesgo de neuropatía iatrogénica del cubital (alrededor de un 8%)^{2,14}; mientras que las agujas laterales por otro lado, presentan un mayor riesgo de aparición de artritis séptica debido a su paso por la fosa olecraneana¹⁴. Una técnica novedosa descrita recientemente por Georgescu et al¹⁷ ofrece una alternativa a la hora de fijar la articulación. Proponen el uso de cuatro agujas en vez de dos, con una disposición cruzada, de tal manera que forman una doble X. Esta opción terapéutica tiene la ventaja de que no requiere inmovilización posterior y permite además el inicio precoz de la rehabilitación.

En términos de tipo de abordaje, de manera general, siempre se va a optar por el manejo cerrado de las fracturas supracondíleas del húmero en la infancia, siendo indicaciones únicas de practicar una reducción abierta las situaciones en las que falla la reducción cerrada, en aquellas en las que exista un compromiso neurovascular que obligue a su exploración minuciosa en quirófano y en aquellas fracturas abiertas de inicio^{1,2,4,7,8,10,14,18}. Existen en la literatura estudios acerca de posibles factores de riesgo para una pérdida de la reducción y consiguiente necesidad de reducción abierta. De acuerdo a Sun et al¹⁸, los factores de riesgo más determinantes son que se trate de una fractura tipo Gartland III, una lesión de gran energía y/o retraso en la intervención. Este último factor de riesgo es compartido por otros autores como Eren et al¹⁹.

Material y métodos

Se ha realizado una revisión sistemática de la literatura existente sobre las complicaciones más frecuentes tras una fractura supracondílea del húmero en la infancia. Para ello, se realizó una búsqueda bibliográfica en dos bases de datos (PubMed y ScienceDirect) introduciendo en ambas las mismas palabras clave: “complications supracondylar humerus fractures children” y con el mismo filtro temporal de los últimos 10 años. En PubMed, de un total de 166 artículos, sólo había 44 disponibles de manera completa para el uso de los estudiantes. Uno de ellos acabó siendo descartado por no corresponderse con la fractura supracondílea del húmero en el niño. En ScienceDirect, de un total de 798 artículos, sólo había acceso libre a 18. No obstante, de estos 18 enlaces, sólo 5 se correspondían con el tema de esta revisión, siendo el resto enlaces a trabajos no relevantes para el presente trabajo, sobre dislocaciones de codo o otras fracturas distintas de la que nos ocupa, por lo que fueron descartados.

De estos 48 artículos y tras analizar la bibliografía de cada uno de los mismos, se hizo una búsqueda selectiva de aquellos que por su relevancia científica e histórica consideramos oportuno recoger. La lectura minuciosa de estos artículos permitió un análisis retrospectivo de las complicaciones de este tipo de fracturas cuya revisión es el objeto del presente trabajo y pasaremos a explicar a continuación.

Resultados

Las fracturas supracondíleas del húmero en los niños, como todas las fracturas, pueden verse acompañadas de diversas complicaciones, ya sea a consecuencia de la propia fractura, de la acción médica o incluso a consecuencia de la propia evolución de la patología, a pesar de un adecuado manejo diagnóstico-terapéutico. Para el desarrollo del presente trabajo vamos a agrupar las complicaciones en función de su patología principal, hablando dentro de cada una de ellas de la causa más frecuente que derivan en su aparición así como el manejo más apropiado para cada una de ellas. Así nos encontraremos con:

1. Complicaciones neurológicas
2. Pérdida de la reducción
3. Complicaciones vasculares
4. Síndrome de Volkmann
5. Deformidades angulares
6. Pérdida de la movilidad del codo
7. Refractura

8. Infección
9. Miositis osificante
10. Necrosis avascular de la tróclea

1. Complicaciones neurológicas

Estas complicaciones son relativamente frecuentes tras una fractura supracondílea, especialmente si ha tenido un relativo grado de desplazamiento, pero tienen muy buen pronóstico como se explicará más adelante. Su incidencia es muy variable en la literatura: estudios como el de Ramachandran et al²⁰ la sitúan entre un 12-20%, otros como Memisoglu et al²¹ la sitúan entre un 5-30%, y Gómez et al¹³ en su revisión de 2013, mencionan una variación desde un 5-19% hasta un 49%.

En relación al mecanismo de producción de la lesión neurológica podemos diferenciar dos grandes grupos: por un lado aquellas lesiones traumáticas que aparecen ya en el momento de presentación de la fractura y, por otro lado, aquellas que aparecen a consecuencia de la actuación médica a la hora de la reducción o de la fijación de la fractura, así como también en la inmovilización^{13,20}. Con respecto al primer grupo merece la pena comentar que en la exploración inicial del cuadro el paciente, en nuestro caso un niño, está muy agitado y con mucho dolor en la extremidad por lo que es posible que la lesión neurológica traumática no se nos haga evidente hasta un momento posterior.

A continuación se procederá a realizar ciertas especificaciones de la anatomía y exploración de los nervios más comúnmente implicados en las complicaciones neurológicas: el nervio mediano, el nervio interóseo anterior, el nervio radial y el nervio cubital¹³.

1. Nervio mediano.

El nervio mediano tiene su origen en las raíces C8 y T1. Una exploración clínica sospechosa de neuropatía del nervio mediano consistirá en: debilidad o incapacidad para mantener la pronación contra resistencia con el codo flexionado, debilidad o incapacidad para mantener la muñeca en flexión, debilidad o incapacidad para mantener en flexión la articulación interfalángica del pulgar así como la articulación interfalángica proximal de los dedos, y, finalmente debilidad o incapacidad para oponer y abducir el pulgar. Además, también habrá una pérdida de la sensibilidad de los tres primeros dedos y de la parte radial del cuarto dedo.

2. Nervio interóseo anterior.

Dicho nervio es una rama motora del nervio mediano, a unos 2 cm inferiormente al epicóndilo medial. Clásicamente, la maniobra exploratoria más comúnmente realizada para evaluar la neuropatía del nervio interóseo anterior consiste en pedirle al paciente que realice el “signo del OK”. De esta manera, en caso de haber daño en el nervio, habrá una incapacidad funcional de contraer tanto el músculo flexor largo pollicis del pulgar como el flexor profundo de los dedos, por lo que el paciente será incapaz de dibujar un círculo con los dedos índice y pulgar (Figura 4).



Figura 4.- Signo del OK

3. Nervio radial

El nervio radial recibe raíces nerviosas desde C5 a T1. Una exploración clínica sospechosa de neuropatía radial será consistente en: disminución de la capacidad para realizar extensión completa del codo, disminución de la capacidad para realizar supinación y dificultad para extender la muñeca o los dedos.

4. Nervio cubital

El nervio cubital tiene su origen en las raíces nerviosas de C7 y C8. Una exploración clínica sospechosa de neuropatía cubital consistirá en pérdida de la desviación cubital de la muñeca, actitud en flexo del 4º y 5º dedo, pérdida de la función de los intrínsecos de los dedos, debilidad del pulgar, pérdida del flexor cubital del carpo y del flexor largo del 4º dedo y del 5º dedo, y, finalmente, se acompañará de una alteración sensitiva del 5º dedo y mitad cubital del 4º dedo.

Está descrita en la literatura una clara asociación entre el tipo de desplazamiento de la fractura y la lesión neurológica. Así, un desplazamiento posteromedial (es decir, una fractura de Gartland tipo IIIA) asociará, con mayor frecuencia, una lesión del nervio radial, mientras que por el contrario un desplazamiento posterolateral (fractura de Gartland tipo IIIB) asociará, con mayor frecuencia, una lesión del nervio mediano^{13,22}. En las fracturas en flexión, las cuales ya hemos mencionado que son mucho más

infrecuentes, el nervio cubital es el que más se asocia a una lesión neurológica de origen traumático.

Clásicamente, no parecía haber un claro consenso acerca de cuál era el nervio más frecuentemente afectado a consecuencia del propio traumatismo. Según Ramachandran et al²⁰, los nervios más frecuentemente lesionados son el nervio radial y el nervio interóseo anterior; mientras que Tomaszewski et al²³ por el contrario afirman en su estudio que tras la revisión de la literatura los nervios más frecuentemente lesionados eran el nervio mediano y el nervio interóseo anterior. En cualquier caso parece ser que no hay ninguna duda de que el nervio interóseo anterior está cobrando una mayor importancia clínica en este tipo de fracturas, pudiendo llegar a ser el más frecuentemente afectado según trabajos como el de Mazzini et al²⁴ o la serie de Sadiq et al²⁵. Esta lesión traumática parece estar relacionada con la propia anatomía del nervio. Vincelet et al²⁶, en su estudio de 35 cadáveres, observaron que debido a la disposición anatómica del nervio interóseo anterior éste es más proclive a su lesión traumática debido a tres mecanismos principalmente: en primer lugar, como consecuencia del desplazamiento posterior del fragmento distal que origina tanto una contusión directa en el nervio como un atrapamiento del nervio contra la fosa coronoide, y finalmente, el hecho de que existan dos partes en el nervio interóseo, una móvil y otra fija a la membrana interósea, hace que la primera tenga una menor tolerancia a la tracción originada por el desplazamiento del fragmento de fractura.

Por otro lado, el nervio más frecuentemente dañado de manera iatrogénica es sin lugar a duda el nervio cubital. En general son varios los artículos^{13,20,21,27,28} en los que se sitúa la incidencia de esta lesión en alrededor de un 2-9% de los casos de fracturas supracondíleas del húmero en la infancia, no obstante, hay datos en la literatura que elevan su incidencia hasta un 20% incluso^{29,30}. Estas lesiones iatrogénicas se asocian en numerosas ocasiones al manejo quirúrgico de la fractura supracondílea mediante agujas cruzadas, tal y como está descrito en numerosos artículos de la literatura^{11,13,20,21,23,27-32}. Esta asociación es debida a la propia anatomía de la articulación y la técnica de introducción de las agujas. El nervio cubital transcurre por el surco cubital, entre el epicóndilo medial y el olecranon, de tal manera que la colocación de la aguja medial puede dañarlo tanto de manera directa como de manera indirecta mediante la compresión del mismo entre la aguja y el surco. Esto hace pensar que el conocimiento de la posición exacta del nervio en relación a las estructuras óseas podría disminuir la incidencia de una neuropatía posterior. Pretell et al²⁷ en su estudio ponen de manifiesto esta posible mejora terapéutica proponiendo hacer una pequeña incisión medial para identificar el nervio cubital y disminuir el riesgo de iatrogenia. En

cualquier caso, en vista de la clara asociación entre el uso de agujas cruzadas y daño del nervio cubital, existen varios artículos en la literatura en los que comparan esta técnica quirúrgica con otros posibles abordajes operatorios. Abbott et al¹¹ en su estudio retrospectivo de 297 pacientes con fractura supracondílea pone de manifiesto un menor porcentaje de aparición de lesión iatrogénica del nervio cubital tras el uso de agujas laterales. Sí es cierto que ha habido cierta controversia a la hora de determinar el número de agujas laterales necesarias para asegurar una correcta estabilización de la fractura. Parece ser que la colocación de tres agujas laterales está especialmente recomendado para pacientes de mayor edad, así como también está demostrado el beneficio en determinados casos del uso de agujas con un calibre más ancho (agujas de Steinmann)²⁸. Por otro lado, El Adl et al³¹ defienden en su estudio la técnica de Dorgan, en donde tras la colocación a 70 pacientes de dos agujas cruzadas pero de entrada lateral no se identificaron ninguna iatrogenia neurológica. Algunos autores como Shannon et al³³, proponen la introducción de la aguja medial con el codo flexionado a 90º, disminuyendo así el riesgo de lesión iatrogénica del nervio cubital puesto que con esta maniobra el nervio sale de la fosa olecraneana.

Las complicaciones neurológicas se comienzan a apreciar generalmente tras el tratamiento de la fractura debido al elevado componente doloroso que presenta el niño cuando acude a urgencias, como ya se ha mencionado antes. En cualquier caso, a partir del momento de identificación de un compromiso neurológico es importante hacer una correcta y completa exploración neurológica de todos los componentes nerviosos para así poder comprobar la evolución en el seguimiento posterior. En general, más del 80% de las complicaciones neurológicas se traducen en neuroapraxias que recuperan su total funcionamiento en un máximo de 6-10 meses sin necesidad de ningún tratamiento invasivo^{8,13,20,22,23,27,29,34}. No obstante, ante la ausencia de recuperación de las funciones neurológicas tras un margen temporal, hay que empezar a plantearse en primer lugar una evaluación más exhaustiva del nervio afectado para así valorar la posibilidad de intervenir quirúrgicamente. Según Ramachandran et al²⁰ los casos en los que hay que realizar una evaluación más detenida son aquellos casos en los que no hay una recuperación funcional y no se visualizó el nervio durante la reducción de la fractura, aquellos en donde hay cierto componente de dolor neuropático, cuando hay una parálisis simpática o una isquemia asociada, o bien en aquellos casos en los que el déficit neurológico es progresivo. Para la exploración neurológica hay varias opciones: autores como Tomaszewski et al²³ defienden la examinación intraoperatoria, mientras que otros optan por la solicitud de un electroneurograma a partir de los 3 meses¹³. Como opciones terapéuticas para el

tratamiento quirúrgico de una lesión neurológica son la neulolisis, la sutura perineural o incluso un injerto nervioso, siendo el resultado post-operatorio no demasiado bueno en el último caso¹³. El nervio que peor recuperación motora tiene es el nervio radial mientras que el mediano es el que mejor recuperación tiene. Los signos de mal pronóstico de estas lesiones son la demora de más de un año entre la lesión neurológica y la intervención y una longitud de más de 10 cm del injerto¹³.

Tras la revisión bibliográfica no se han encontrado diferencias significativas en términos de aparición de un mayor número de complicaciones neurológicas y de peor pronóstico de las mismas entre aquellos pacientes que recibieron un tratamiento precoz de la fractura supracondílea en comparación con aquellos en los que hubo una mayor demora, siempre y cuando la situación neurovascular y hemodinámica del paciente permitiera dicha demora para mejorar las condiciones terapéuticas^{11,27,35,36,37}.

2. Pérdida de la reducción

En la literatura no se encuentran alusiones a la incidencia de esta complicación de las fracturas supracondíleas del húmero en los niños, sin embargo, en el estudio de Winberg et al²⁸, se menciona una incidencia en la literatura de un 16.7% de pérdida de reducción en las fracturas tipo Gartland tipo III tratadas mediante dos agujas laterales. Con respecto a estas agujas laterales, otros autores como Gómez et al¹⁴ afirman que sí existe un mayor riesgo asociado al uso de dos agujas laterales en el manejo de las fracturas supracondíleas desplazadas, por lo que propone una mayor separación entre las agujas para aportar una mayor estabilidad. Otra opción propuesta por Weinberg et al²⁸ consistiría en la colocación de agujas de Steinmann, más anchas que las primeras, estando esto especialmente destinado a aquellos pacientes más mayores, aumentando así la estabilidad de la fijación sin aumentar con ello la tasa de infección.

Existen en la literatura comparaciones entre las diversas técnicas de colocación de agujas percutáneas. Memisoglu et al²¹ en su estudio compara la técnica de agujas laterales y la técnica de Dorgan, demostrando un mayor riesgo de aparición de pérdida de la reducción en los casos en los que se optó por las agujas cruzadas, con una tasa del 2.6%. Por otro lado, estudios como los de Aslan⁸ o Zhao³² avalan por la ausencia de diferencias significativas entre el uso de agujas cruzadas y agujas laterales en relación a la pérdida de reducción.

3. Complicaciones vasculares

Las complicaciones vasculares tienen una incidencia de entre el 3% y el 14%^{13,23,38-42} de todas las complicaciones tras una fractura supracondílea en el paciente pediátrico, siendo estas mucho más frecuentes en las fracturas tipo III de Gartland^{13,22,38,39}, en

concreto en las tipo IIIB, es decir, con desplazamiento posterolateral¹³. Kruche et al⁴³ proponen en su estudio la asociación entre la ausencia de complicaciones vasculares y el manejo urgente de las fracturas supracondíleas. La lesión vascular puede ser debida a varios mecanismos distintos: por trombosis, por atrapamiento de la arteria braquial en el sitio de fractura o por compresión arterial contra la aponeurosis bicipital debido a la propia inflamación y deformación articular^{13,38,40}. Lo más frecuente es que la afectación arterial sea parcial, aunque es cierto que existen casos en los que se produce una sección completa de la arteria braquial (0.9% de los casos^{38,40}).

En términos de urgencia quirúrgica ante un compromiso vascular es fundamental basar nuestra decisión terapéutica en una correcta y completa exploración clínica de la extremidad afecta, pudiendo ayudarnos de técnicas de imagen complementarias en algunos casos seleccionados, siempre y cuando no suponga un retraso en la actuación por nuestra parte^{13,39}. Autores como Griffin³⁹ y Korompilias⁴¹ sostienen la falta de necesidad de practicar una angiografía a aquellos pacientes que, aún con ausencia de pulso arterial distal, presenten una buena perfusión distal, siendo ésta definida por una buena coloración y temperatura de la mano así como un buen relleno capilar.

A continuación se procederá a comentar cada uno de los posibles escenarios clínicos con los que se puede encontrar el profesional médico en la sala de urgencias tras la realización de una exploración clínica basada en la comprobación del pulso arterial distal y en la evaluación de la perfusión distal de la extremidad^{13,22,23}.

Escenario 1: Presencia de pulso arterial distal y correcta perfusión

En este caso se puede afirmar que el paciente no presenta un compromiso vascular y, por lo tanto, se puede proseguir con el tratamiento correspondiente de la fractura supracondílea. No obstante, conviene recordar que, aún en estos casos, se debe volver a comprobar la vascularización tras la reducción de la fractura mediante una nueva exploración clínica¹³.

Escenario 2: Ausencia de pulso arterial distal y mala perfusión

En este caso, hay un claro compromiso vascular por lo que es imprescindible una actuación quirúrgica urgente para reparar el defecto vascular^{13,29,36,39,41,43,44,45}. En primer lugar se debe realizar la reducción de la fractura tras la cual se debe volver a valorar el compromiso vascular, puesto que es posible que con la reducción de la fractura se elimine la causa de dicho compromiso y se restaure la vascularización^{38,42,46}. De hecho, se encuentran descritos en la literatura porcentajes de hasta un 58% de casos^{38,42} de reaparición del pulso arterial distal tras la reducción de la fractura.

No obstante, si tras dicha reducción nos seguimos encontrando ante un paciente sin pulso arterial distal y mala perfusión habrá que proceder a la exploración quirúrgica de la fosa antecubital para identificar el origen de la lesión vascular^{13,38,41,42}. En general, el cirujano ortopédico junto con el cirujano vascular valoran cuál puede ser la opción terapéutica más adecuada en función del caso: así tiende a utilizarse trombolíticos en caso de obstrucciones, resecciones y liberación por disección del tejido blando que comprime a la arteria, o pasa a valerse de injertos venosos (en su mayoría de la vena safena⁴⁰) en aquellos casos en los que no hay posibilidad de recuperación de la arteria y la circulación colateral es insuficiente.

Escenario 3: Ausencia de pulso arterial distal pero mantiene una buena perfusión

Es este caso, conocido como *“pink pulseless hand”*, donde hay una gran controversia en cuanto a la actuación a seguir. Como ya se ha mencionado antes, en primer lugar habrá que proceder a la reducción de la fractura puesto que es posible que se recupere el pulso. No obstante, si tras la misma perdura la buena perfusión aún con ausencia de pulso, habrá que tomar decisiones con respecto a cómo actuar a continuación. Cheong et al⁴⁶ proponen un algoritmo terapéutico concreto tras la reducción, basado en el uso del pulsi-oxímetro y su onda de flujo. En su estudio monitorizó a todos sus pacientes que tras la reducción no recuperaron el pulso arterial y, en función de la existencia o no de onda de flujo, decidía si proseguir con una observación del paciente o proceder a una exploración quirúrgica de la fosa cubital, respectivamente. Por el contrario, ciertos autores como Korompilias et al⁴¹ abogan por una actuación más agresiva mediante exploración quirúrgica de la fosa cubital en casos en los que 30 minutos tras la reducción no hay recuperación del pulso arterial aún manteniendo la buena perfusión. Estos últimos basan su actuación en que opinan que dejar un brazo sin riesgo de una arteria braquial dominante podría comprometer seriamente el pronóstico de la extremidad en caso de existir una lesión vascular severa en el futuro.

Con motivo de la mencionada controversia al respecto del manejo terapéutico, merece la pena mencionar dos casos encontrado en la literatura de sección completa de la arteria braquial pero en los que los respectivos cirujanos optaron por dos sendas distintas:

En primer lugar se hablará del caso de Wolfswinkel³⁸, una paciente de 6 años de edad con una fractura tipo III de Gartland, la cual presentó una ausencia de pulso arterial pero manteniendo una correcta perfusión distal aún incluso tras la reducción de la fractura. En este caso, se decidió realizar un angiograma, evidenciándose la sección

completa de la arteria braquial así como un gran aumento de la vascularización colateral del antebrazo, responsabilizando a ésta de su buena perfusión. Debido a ello, se optó por un manejo conservador debido al riesgo de lesión de esa vascularización, de tal manera que se llevó un seguimiento seriado de la evolución de la paciente y a los 5 meses se evidenció la reaparición de pulso distal.

Por otro lado, Debnath⁴⁰ describe un caso de una niña de 9 años de edad que presentó una *“pink pulseless hand”* tras una fractura abierta supracondílea del húmero grado IIIC en el brazo derecho. En el abordaje quirúrgico urgente, tras el desbridamiento y reducción de la fractura, se evidenció una sección completa de la arteria braquial, motivo por el cual se procedió a la colocación de un injerto venoso de la safena además de una fasciotomía como prevención de un posible síndrome compartimental. En su estudio, además, defiende que para que exista una buena perfusión distal gracias a la circulación colateral, es imprescindible que la ruptura de la arteria braquial sea distal a la salida de la arteria colateral cubital inferior.

Finalmente, es importante recordar el manejo postquirúrgico de los pacientes que presenten un compromiso vascular. Será necesario comprobar la temperatura y perfusión distal mediante exploraciones periódicas frecuentes así como usar el pulsioxímetro para identificar rápidamente signos de alarma ante un posible síndrome compartimental o isquemia, los cuales se describirán en el siguiente apartado del trabajo¹³.

4. Síndrome de Volkmann

Se trata de la complicación más peligrosa de entre todas las posibles tras una fractura supracondílea del húmero en pediatría, y cuenta con una incidencia de aparición de menos del 1% de todos los casos^{3,13,39,43}. En relación a las posibles asociaciones entre el tipo de fractura y el aumento o disminución de riesgo relativo de presentar posteriormente esta complicación, se ha postulado que existe un mayor riesgo en aquellas fracturas de alta energía, las tipo Gartland IIIB, en aquellas que presenten un gran componente inflamatorio o se acompañen de alteración neurológica, así como en aquellas que presenten también disrupción parcial del músculo braquial. Por otro lado, su riesgo disminuye en los casos en los que se haya optado por un abordaje terapéutico abierto puesto que así se descomprimiría el hematoma^{7,13,29}.

El síndrome compartimental se define como un aumento de la presión en un espacio fascial cerrado que contiene músculos, nervios y vasos, de tal manera que, si no es tratado a tiempo, ese compromiso vasculo-nervioso puede llegar a provocar isquemia muscular y nerviosa dando lugar a la llamada contractura de Volkmann o del

antebrazo^{1,9,13,43}. En términos fisiopatológicos y tal como viene descrito en los textos ortopédicos^{1,4}, una lesión arterial puede provocar un síndrome compartimental de manera directa si la arteria afectada es una arteria mayor (arteria braquial), de tal manera que la hemorragia consecuente aumenta la presión dentro del compartimento. Otra posible causa de síndrome compartimental es el propio edema posterior, el cual se va acumulando ante la ausencia de una circulación colateral adecuada o ante una disminución de la perfusión por una lesión vascular parcial que aumenta la permeabilidad de los capilares, perpetuando así el edema y la consiguiente isquemia.

El diagnóstico definitivo de un síndrome compartimental se basará en medir la presión intracompartimental y que ésta sea mayor de 30 mm Hg o de 20-30 mm Hg de diferencia con respecto a la presión diastólica^{4,13}. No obstante, hay que recordar que nos encontramos ante un paciente pediátrico con mucho dolor y poco colaborador, por lo que habrá que valerse de una serie de signos y síntomas clínicos para realizar nuestra sospecha diagnóstica. Clásicamente se utilizaban las llamadas "5 P", del inglés pain (dolor), pallor (palidez), pulselessness (ausencia de pulso), paresthesia (parestias) y paralysis (parálisis); sin embargo en la actualidad se utilizan tres signos clínicos fundamentalmente: aumento de la tumefacción en el compartimento, aumento del dolor de manera desproporcionada y reducción de la movilidad de los dedos con limitación a la extensión^{1,4,10,13}.

A partir del momento en el que sospechemos un posible síndrome compartimental va a ser preciso una actuación rápida por nuestra parte puesto que se trata de una emergencia quirúrgica⁹. La primera medida va a ser la descompresión del compartimento mediante la retirada de los posibles vendajes circulares que pudiera llevar seguida de la extensión del codo. Posteriormente se procederá a la realización de una fasciotomía volar urgente para liberar definitivamente los tejidos, pudiéndose abordarse por la vía de Henry, en casos de afectación del nervio mediano y de la arteria braquial, o por un abordaje cubital, que presenta una cicatriz más estética^{1,4,13}. Esta técnica consiste en la apertura del compartimento volar desde el túnel del carpo distalmente hasta el lacertus fibrosus y la fascia antecubital proximalmente, descomprimiendo el compartimento volar y disminuyendo así su presión intracompartimental así como la del compartimento extensor o dorsal por asociación. A continuación se deja la herida abierta para evitar la aparición de un nuevo síndrome compartimental y al cabo de 5-7 días se procederá a cerrarla mediante un cierre definitivo o un injerto cutáneo, si la herida es demasiado amplia.

5. Deformidades angulares

Dentro de las deformidades angulares podemos encontrar dos, cúbito varo y cúbito valgo, siendo la primera mucho más frecuente que la segunda. De hecho, la deformidad en cúbito varo ha supuesto la complicación tardía más frecuente secundariamente a una fractura supracondílea durante mucho tiempo, pudiendo llegar hasta un 58%⁸, o incluso hasta un 60%⁴⁷ de todas las complicaciones según algunos estudios. Gracias a estandarización de la reducción cerrada y osteotomía percutánea protocolizada como base del tratamiento actual, se ha conseguido disminuir mucho la incidencia de deformidad en cúbito varo hasta un 5-10%⁴⁸, aunque no ha conseguido erradicarse del todo. El cúbito valgo, por otro lado, cuenta con una incidencia sólo del 0-8,6%¹³.

La deformidad en cúbito varo propiamente dicha, es decir, por encima de los 6º-8º de desviación fisiológica¹³, tiene lugar cuando hay una alteración en tres planos (planos axiales y rotacional)^{13,48}: angulación medial del fragmento distal en el plano coronal, rotación interna del fragmento distal en el plano horizontal y extensión del fragmento distal en el plano sagital (Figura 5 y Figura 6). Esta angulación es más frecuente en las fracturas tipo III-A según la clasificación de Gartland, como demuestra el estudio de Eren et al⁴⁸ en el que, tras comparar la prevalencia de esta complicación entre pacientes que presentan fracturas tipo III-A o tipo III-B, afirma que existe un mayor riesgo de cúbito varo debido a la compresión inicial de la columna medial.



Figura 5.- Cubito varo



Figura 6.- Cubito varo

Algunos autores como Skaggs et al⁴⁹ o Kraus et al⁵⁰ sostienen que el mayor predictor de esta deformidad es el grado de precisión de la reducción inicial de la fractura. De hecho, se ha postulado que el factor predisponente más importante es la rotación interna del fragmento distal⁴³. En cualquier caso, la causa más aceptada es una pérdida de la reducción, quedando estabilizada la fractura con una rotación residual que es la responsable de la deformidad posterior^{13,48,49}. Otro motivo que se ha relacionado con el cúbito varo son una alteración en el crecimiento normal del húmero que ocasiona un sobrecrecimiento del cóndilo lateral además de un retardo en el crecimiento de la tróclea^{13,48}. Por último, también ha habido autores que han defendido el cúbito varo como consecuencia de la impactación de la columna medial¹³, de la posición del antebrazo al inmovilizar la fractura (favoreciéndose la deformidad con el antebrazo en supinación)¹³ o incluso debido a una osteonecrosis troclear^{5,49}.

Como ya se ha mencionado antes, el cúbito varo es una deformidad angular de aparición tardía, siendo aparente una vez retirada la escayola o incluso un poco más tarde, en torno a las 6 – 10 semanas después del momento de la lesión¹³ puesto que hasta ese momento la falta de recuperación de la movilidad articular hace imposible valorar la angulación en el plano frontal. Una vez se observa hay que medir con qué grado de angulación nos encontramos y para ello existen diversas técnicas¹³:

- 1) La primera de ellas es mediante la utilización del goniómetro⁵¹, de tal manera que es colocado en la parte central de la fosa antecubital con el brazo totalmente extendido. Así se compara el ángulo formado por el eje longitudinal del húmero y el eje longitudinal del antebrazo.
- 2) Otra técnica es mediante el rango de pronación-supinación del antebrazo⁵². Se dan al paciente dos barras que ha de sostener mientras realiza una pronación y supinación completas con el codo en 90º de flexión, de manera que si hay una deformación angular en cúbito varo se apreciará una diferencia entre los movimientos de ambos brazos.
- 3) Una técnica muy similar a ésta es mediante el método visual de puntos⁵¹. Aquí se dibujan tres puntos en las prominencias óseas (epicóndilo medial y lateral y olecranon) de la cara posterior de ambos codos, con éstos a 90º de flexión también.
- 4) La medición de la rotación interna humeral⁵³ consiste en colocar al paciente ligeramente inclinado hacia delante, con la extremidad superior afectada detrás de la espalda y el codo a 90º de flexión. Si el niño no tiene patología, el ángulo entre la línea media del antebrazo y el plano horizontal de la espalda es

de 0º (aproximadamente) mientras que será mayor en caso de que presente un cúbito varo.

- 5) Es importante comprobar la posible existencia de cierta limitación a la flexión previamente a la intervención correctora, especialmente en los casos de cúbito valgo puesto que esta rotación puede enmascararla⁵⁴. Para ello, se fijan mediante dos dedos el epicóndilo y la epitroclea, evitando así su rotación, y se extiende el brazo, midiendo así los grados que es capaz de extender.
- 6) Por último existe una técnica de medición muy fácil de usar y muy reproducible consistente en la medición del ángulo de Baumann, observando una disminución del mismo⁵⁵. El ángulo de Baumann consiste en el ángulo formado por la intersección de la línea media correspondiente a la diáfisis humeral y la línea correspondiente al epicóndilo lateral. Sus valores normales van desde los 9º a los 26º, de tal modo que una disminución de más de 7º con respecto a su valor normal para el paciente podría darse como una deformidad en cúbito varo.

Además de la exploración física obligatoria, es importante apoyar nuestra decisión terapéutica posterior en alguna prueba de imagen. De manera universal se realizan dos radiografías simples, anteroposterior y lateral; sin embargo, en aquellos casos más complejos esta prueba puede resultar insuficiente por lo que entra en acción el uso de tomografías axiales computerizadas. Dentro de este campo, en los últimos años se ha incorporado la reconstrucción tridimensional permitiendo una mejor valoración preoperatoria especialmente si se desea hacer un manejo mínimamente invasivo⁵⁶. Por otro lado, existe en la literatura alguna alusión al uso de la tomografía computerizada tridimensional posteriormente a la cirugía. Este es el caso de autores como Omori et al⁵⁷, y colaboradores, quienes realizaron un estudio de 17 pacientes a los que se les realizó esta prueba para hacer una valoración más exacta del grado de corrección del cúbito varo tras la cirugía reparadora. Esta opción terapéutica, aunque ofrece una visualización más precisa y real del resultado quirúrgico, tendría varios inconvenientes puesto que supone someter al paciente pediátrico a una nueva radiación sin beneficio terapéutico alguno, puesto que la cirugía correctora ya se ha realizado, además del encarecimiento del procedimiento que conllevan este tipo de pruebas complementarias.

Existe una clasificación de la gravedad del cúbito varo, descrita por McCoy en su estudio de 1988⁵⁸, según la cual al grupo I le corresponden aquellos casos en los que se pierde el valgo fisiológico del codo. Al grupo II aquellos cúbitos varos comprendidos

entre 0º-10º. Al grado III, los comprendidos entre 11º-20º; y finalmente los grado IV cuando ya superan los 20º.

Con respecto al tratamiento, en muchos casos la deformidad existente supone un mera preocupación estética para el paciente y sus padres por lo que su tratamiento será puramente conservador salvo que ésta sea muy exagerada⁹, puesto que una vez establecido el cúbito varo, la probabilidad de que éste progrese y se haga más prominente es mínima^{59,60}.

No obstante, si la deformidad angular ocasiona una limitación en el movimiento de la articulación o el problema estético afecta mucho tanto al niño como a los padres, se plantea entonces un manejo terapéutico quirúrgico consistente en una osteotomía seguida de algún tipo de fijación. Toda técnica quirúrgica correctora va a tener tres objetivos principales: restaurar la alineación de la extremidad superior, recuperar el arco de movilidad y mejorar la función articular¹.

La técnica tradicional de osteotomía con *cuña lateral seguida de fijación mediante agujas de Kirschner*⁵ fue descrita por primera vez en 1939 por Siris¹³ y es la técnica más utilizada globalmente. En ella se elimina la angulación medial en el plano coronal y se hace una mínima corrección de la extensión del fragmento distal en el plano sagital⁵. Esta técnica, aunque estable, tiene una complicación muy frecuente y es la presencia de una prominencia lateral del húmero distal^{5,61}. Devnani⁶² and Levine et al⁶³ recomiendan hacer una sección completa del húmero para así posibilitar el desplazamiento medial del fragmento distal y disminuir la incidencia de esta complicación. Sin embargo, este desplazamiento destruye el periostio, pudiendo ocasionar una inestabilidad.

Una técnica quirúrgica muy empleada también es la *osteotomía de French*⁵, en donde además de realizarse una cuña cerrada lateral, se fijaba la osteotomía mediante dos tornillos con una banda de tensión en forma de 8 entre ellos en la superficie lateral cortical. Recientemente se han hecho modificaciones en la técnica, de tal manera que ahora se corrige la rotación interna de la deformidad así como también se hace una sección completa del hueso permitiendo un desplazamiento medial⁵.

En un estudio reciente realizado por Bali⁶¹ se defienden las ventajas de otra técnica llamada *en escalera* seguida de la colocación de una placa como método de fijación especialmente en niños mayores de 10 años. En su estudio, la osteotomía se realizaba únicamente en el plano coronal, puesto que la modificación de la hiperextensión y la rotación interna propias del cúbito varo se han relacionado con un aumento del riesgo de inestabilidad en la fijación^{5,61}. Además, gracias al corte que se realizaba en la parte

superior la prominencia lateral del húmero distal disminuía considerablemente, mejorando por lo tanto la estética.

Otras técnicas quirúrgicas son la *osteotomía de Dome*, *osteotomía lateral* o *osteogénesis por distracción con fijador externo*, todas ellas disminuyendo la tasa de aparición de prominencia del cóndilo lateral pero son más difíciles de realizar y se acompañan de más complicaciones como las nerviosas, por lo que no se practican habitualmente^{5,61}.

En general, tras la osteotomía se procede a la inmovilización de la articulación con el codo en 90º de flexión, durante un mes aproximadamente¹³; sin embargo autores como McCoy⁵⁸, optan por hacer una inmovilización en extensión completa para controlar mejor la alineación.

Es primordial hacer un buen seguimiento post-quirúrgico puesto que, como toda técnica invasiva, puede acompañarse de complicaciones, además de la ya mencionada prominencia del cóndilo lateral humeral: infección, pérdida de la fijación y reducción, pérdida de la movilidad, neuroapraxia, aneurismas braquiales, hematomas, cicatrices queloides y dehiscencias de la herida.

En este seguimiento se hará una evaluación de los resultados obtenidos tras la intervención, pudiendo seguirse diferentes criterios. Los criterios descritos por Flynn en 1974 son ampliamente utilizados en la práctica clínica. Se basan en factores funcionales, principalmente la evaluación del rango de movimiento obtenido tras las semanas de inmovilización, y en factores cosméticos, principalmente la medición y comparación del ángulo de carga del brazo afecto con respecto al sano. Por otro lado, existen criterios meramente clínicos en los que se evalúa la longitud y circunferencia del brazo, y también criterios en los que se incluyen la evaluación del rango de movimiento de la articulación así como la satisfacción del paciente y sus padres¹³. A este respecto presentamos el trabajo realizado por Ippolito et al⁶⁴, en donde se realizó un seguimiento a largo plazo de pacientes que sufrieron una fractura supracondílea en la infancia y en los que se evaluó la existencia o no de una pérdida de alineación una vez concluida la maduración ósea. En su estudio comprobó que en el momento del alta de seguimiento postquirúrgico ningún caso presentó cúbito varo, sin embargo, al estudiar esos mismos pacientes 20 años más tarde hubo casos de deformidad angular posterior. Es por esto por lo que plantea la duda de si es recomendable practicar una osteotomía correctora a aquellos casos con cúbito varo en un periodo más temprano, siendo que es posible que, debido a su crecimiento madurativo natural, vuelva a aparecer la deformidad posteriormente.

Para terminar con esta complicación, se podría hacer un pequeño comentario sobre la ya mencionada controversia existente en relación al tratamiento urgente de las fracturas supracondíleas versus un tratamiento demorado. Autores como Silva et al⁵⁵ sostienen la existencia de una asociación entre la aparición de cúbito varo en pacientes en los que hubo más demora entre el momento de la fractura y el tratamiento quirúrgico comparativamente con los que recibieron un tratamiento más inmediato. Por el contrario, Eren et al⁴⁸ en su estudio de 17 pacientes con cúbito varo tras una fractura supracondílea del húmero no encontró diferencias significativas entre ambos grupos. En cualquier caso, la mayor precaución que se debe tomar ante una fractura supracondílea desplazada para evitar esta complicación es asegurar una correcta reducción en el momento de la fractura.

6. Pérdida de movilidad del codo

Esta complicación se objetiva lógicamente en un momento posterior, cuando ha sido retirada la escayola y se evalúan las posibles limitaciones a la flexión y a la extensión que puedan existir. La pérdida de movilidad va a verse asociada con mayor frecuencia a las fracturas que fueron subsidiarias de una reducción abierta¹³, debido a una mayor reacción inflamatoria posterior y una manipulación más agresiva por parte del cirujano. Además, hay que añadir a estos factores, la estrecha relación que guarda el empleo de una reducción abierta con los casos más complejos de fracturas supracondíleas, los cuales conllevan un mayor riesgo de complicaciones per se en comparación con fracturas Gartland tipo I. Young et al⁶⁵, en su estudio de 139 pacientes diagnosticados de fractura supracondílea pero clasificados en tres grupos en función del manejo terapéutico que habían recibido (escayola, tracción o agujas cruzadas percutáneas, respectivamente), observaron una mayor asociación de pérdida de la movilidad del codo en relación a fracturas tratadas con agujas percutáneas. No obstante, ellos mismos sostienen que dicha relación muy probablemente se deba a un mayor desplazamiento de los fragmentos en las fracturas tratadas mediante agujas que en las fracturas en las que se colocó un yeso para inmovilizar.

El tipo de inmovilización se asocia a una determinada limitación funcional. Así, en las consolidaciones en hiperextensión habrá una tendencia a la limitación en la flexión; mientras que en las realizadas en hiperflexión tenderá más a la limitación en la extensión completa del codo¹³. Tras realizar la reducción, cerrada o abierta, y la inmovilización de la fractura, a partir del momento en el que se retira ésta, es importante indicar y explicar tanto a los padres como al paciente la necesidad de realizar ejercicios de recuperación de la movilidad de manera rutinaria en casa, siendo sólo necesaria la asistencia a un centro rehabilitador en los casos en los que no se

consigue ninguna mejora tras dos meses de ejercicios domiciliarios. En general, la recuperación del arco de movilidad se completa en el primer año tras la fractura¹³.

Por otro lado, en relación con la ya mencionada controversia entre el tratamiento precoz o diferido, habría un mayor riesgo de aparición de esta complicación en aquellos casos en los que el tratamiento se demora puesto que al haber un mayor componente inflamatorio tisular dificultaría la técnica de reducción y podría relacionarse con la aparición de limitación en la movilidad posterior. Hussain et al⁷ en su estudio pone de manifiesto esta relación mediante el seguimiento de 52 pacientes con fracturas de Gartland tipo III tratados mediante reducción abierta. En esta serie sólo el 9.61% de los casos presentó una pérdida de movilidad superior a 15º, siendo todos ellos pacientes que se presentaron de manera tardía y habían sufrido alguna manipulación previa.

7. Refractura

Una posible complicación consiste en una nueva fractura sobre el brazo previamente afecto de una fractura supracondílea del húmero. En estos casos, el manejo terapéutico se basa en valorar nuevamente la presente fractura y clasificarla según los estadios de Gartland para actuar de la manera más adecuada¹³. Hay que tener en cuenta que en este caso nos encontraremos ante una articulación que parte de una base inestable por lo que a la hora de fijar los fragmentos e inmovilizarlos habrá que asegurarse de su correcta posición.

8. Infección

El ratio de aparición de una infección es muy bajo con las técnicas terapéuticas actuales. Según las series de Iobst et al⁶⁶, un 2.34% de los pacientes presentaron una infección a lo largo del postoperatorio, con un 0.47% ratio correspondiente a una infección de tejidos profundos. Según la revisión de Gómez Palacio et al¹³, la incidencia de aparición de una infección superficial alrededor de las agujas de Kirschner es de un 0% a 7%. En caso de aparición de infección habrá que proceder a la retirada de las agujas de Kirschner, realizando una cura local de la zona y prescribiendo la toma de antibiótico oral^{13,31}. En el caso de que se trate de una infección más profunda como una artritis séptica o una osteomielitis habrá que proceder a realizar un drenaje quirúrgico y a la administración de antibiótico intravenoso^{13,31}. Autores como El Adl et al³¹ mencionan la probable relación entre la existencia de una fractura abierta con el aumento de la incidencia de infección.

9. Miositis osificante

Se trata de una complicación muy rara pero que no obstante se encuentra descrita en la literatura, en asociación con fracturas abiertas per se o que han sido subsidiarias de reducción abierta, o con fracturas necesarias de mucha manipulación tanto operatoria como rehabilitadora¹³. Además parece haber una asociación añadida con casos de demora en el tratamiento¹. Gartland¹², en su estudio de 1959, afirmó que el tratamiento consistía en prolongar la inmovilización, no obstante existen casos en los que se ha producido una desaparición espontánea^{1,13}. En la actualidad, la mejor manera de manejar esta complicación es evitar la manipulación y la movilización pasiva para así prevenir la estimulación de crecimiento óseo excesivo. No obstante, si fuera necesario, podría intervenir de nuevo para la escisión del fragmento aberrante que limita la movilidad articular¹.

10. Necrosis avascular de la tróclea

Se trata de una complicación extremadamente rara y tardía, descrita por primera vez por McDonell y Wilson, consecuencia de una alteración en la vascularización troclear fruto de una anómala consolidación de la fractura más distales que acaba conformando una deformidad “en cola de pez”. Suele asociarse con mayor frecuencia a una fractura troclear o del cóndilo humeral¹. En el caso de las fracturas supracondíleas, hay referencias a tratamientos inadecuados de las mismas, y algún autor como Tiwan et al⁶⁷ proponen una posible asociación con casos de presentación tardía (más de dos días) de la fractura. Con los años, puede asociarse a la aparición de una deformidad angular o una leve disminución del rango de movilidad del codo, pero sin limitar su funcionalidad^{4,13}. Su tratamiento corrector quirúrgico rara vez es satisfactorio¹.

Bibliografía

1. Mubarack SJ, Wallace CD. Complicaciones de las fracturas supracondíleas del codo. En: Morrey BF. Traumatología del codo. 3ª Ed. Madrid: Marban; 2004.
2. Kim TJ, Sponseller PD. Pediatric supracondylar humerus fractures. J Hand Surg Am. 2014; 39(11):2308-11
3. Khoshbin A, Leroux T, Wasserstein D, Wolfstadt J, Law PW, Mahomed N, et al. The epidemiology of supracondylar humerus fracture fixation: A population-based study. Injury. 2014; 45(4):701-8
4. Kasser JR, Beaty JH. Fracturas supracondíleas del húmero distal. En: Beaty JH, Kasser JR. Rockwood and Wilkin's Fracturas en el niño. Vol 1. 5ª Ed. Madrid: Marban; 2003.
5. Tanwar YS, Habib M, Jaiswal A, Singh S, Arya RK, Sinha S. Triple modified French osteotomy: a possible answer to cubitus varus deformity. A technical note. J Shoulder Elbow Surg. 2014; 23 (11): 1612-7
6. Vega E, Torrez ME, Martinez J. Fractura supracondílea de codo en extensión en niños. Rev Cubana Ortop Traumatol. 2006; 20(2) pp.0-0
7. Hussain S, Ahmad M, Muzaffar T. Open reduction and internal fixation for displaced supracondylar fractures of the humerus in children with crossed K-wires via lateral approach. Chin J Traumatol. 2014; 17(3):130-5
8. Aslan A, Konya M, Özdemir A, Yorgancigil H, Maracalm G, Uysal E. Open reduction and pinning for the treatment of Gartland extension type III supracondylar humeral fractures in children. Strategies Trauma Limb Reconstr. 2014; 9(2):79-88
9. Rowland D, Baird E. Common upper limb fractures in children. Surgery. 2014; 32 (1): 9-16.
10. De Pablos J, Gil Albarova J, González J. Traumatismos de la cintura escapular y miembro superior. En: De Pablos J, González P. Fracturas infantiles. Conceptos y principios. 2ª Edición. Oviedo: Prisma Gabinete de Diseño.; 2005.
11. Abott MD, Buchler L, Loder RT, Caltoun CB. Gartland type III supracondylar humerus fractures: outcome and complications as related to operative timing and pin configuration. J Child Orthop. 2014; 8 (6): 473-7
12. Gartland JJ. Management of supracondylar fractures of the humerus in children. Surg Gynecol Obstet. 1959; 109 (2): 145-54.
13. Gómez VE, Gil Albarova J, Herrera A. Complicaciones en las fracturas supracondíleas del húmero en la infancia. Rev Esp Cir Osteoar. 2013; 48 (256): 150-162.

14. Gómez VE, Gil Albarova J, Herrera A. Revisión y actualización del tratamiento de las fracturas supracondíleas de húmero en la infancia. *Rev Esp Cir Osteoar.* 2013; 48 (255): 110-122.
15. Isa AD, Furey A, Stone C. Functional outcome of supracondylar elbow fractures in children: a 3-to 5- year follow-up. *Can J Surg.* 2014; 57(4):241-6.
16. Young S, Fevang JM, Gullaksen G, Nilsen PT, Engesaeter LB. Parent and patient satisfaction after treatment for supracondylar humerus fractures in 139 children: no difference between skeletal traction and crossed pin fixation at long-term followup. *Adv Orthop.* 2012; 2012: 958487.
17. Georgescu I, Gavrilu S, Parvan A, Martiniuc A, Japie E, Ghita R, et al. Burnei's "double X" internal fixation technique for supracondylar humerus fractures in children: indications, technique, advantages and alternative interventions. *J Med Life.* 2013; 6(2): 131-9.
18. Sun LJ, Wu ZP, Yang J, Tian NF, Yu XB, Hu W, et al. Factors associated with a failed closed reduction for supracondylar fractures in children. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2014; 100 (6): 621-4
19. Eren A, Guven M, Erol B, Cakar M. Delayed surgical treatment of supracondylar humerus fractures in children using a medial approach. *J Child Orthop.* 2008; 2(1): 21-7.
20. Ramachandran M, Birch R, Eastwood DM. Clinical outcome of nerve injuries associated with supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg.* 2006; 87-B (1): 90-4.
21. Memisoglu K, Kesemenli CC, Atmaca H. Does the technique of lateral cross-wiring (Dorgan's technique) reduce iatrogenic ulnar nerve injury?. *Int Orthop.* 2011; 35 (3): 375-8.
22. Balanescu R, Ulici AI, Rosca D, Topor L, Barbu M. Neurovascular abnormalities in Gartland III Supracondylar fractures in children. *Chirurgia (Bucur).* 2013; 108 (2):241-4.
23. Tomaszewski R, Gap A, Wozowicz A, Wysocka P. Analysis of early vascular and neurological complications of supracondylar humerus fractures in children. *Pol Orthop Traumatol.* 2012; (77): 101-4.
24. Pretell J, Rodriguez J, Andrés EM. Surgical approaches for open reduction and pinning in severely displaced supracondylar humerus fractures in children: a systematic review. *J Child Orthop.* 2010; 4(2) 143-52.
25. Sadiq MZ, Syed T, Travlos J. Management of grade III supracondylar fracture of the humerus by straight-arm lateral traction. *Int Orthop.* 2007; 31(2):155-8.

26. Vincelet Y, Journeau P, Popkov D, Haumont T, Lascombes P. The anatomical basis for anterior interosseous nerve palsy secondary to supracondylar humerus fractures in children. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2013; 99(5):543-7.
27. Pretell J, Rodriguez J, Auñon I, Zafra JA. Controversial topics in the management of displaced supracondylar humerus fractures in children. *Strat Traum Limb Recon.* 2011; 6 (2): 43-50.
28. Weinberg J, Belthur MV. The role of lateral-entry Steinmann pins in the treatment of pediatric supracondylar humerus fractures. *J Child Orthop.* 2010; 4 (5): 455-9.
29. Aksakal M, Ermutlu C, Sarisözen B, Akesen B. Approach to supracondylar humerus fractures with neurovascular compromise in children. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2013; 47 (4): 244-9.
30. Guner S, Guven N, Karadas S, Ceylan MF, Turktas U, Gokalp MA, et al. Iatrogenic or fracture-related nerve injuries in supracondylar humerus fracture: is treatment necessary for nerve injury? *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2013; 17 (6): 815-9.
31. El-Adl WA, El-Said MA, Boghdady GW, Ali AM. Results of treatment of displaced supracondylar humeral fractures in children by percutaneous lateral cross-wiring. *Strat Traum Limb Recon.* 2008; 3 (1):1-7.
32. Zhao JG, Wang J, Zhang P. Is lateral pin fixation for displaced supracondylar fractures of the humerus better than crossed pins in children? *Clin Orthop Relat Res.* 2013; 471 (9):2942-53.
33. Shannon FJ, Mohan P, Chackoo J, D'Souza LG. "Dorgan's" percutaneous lateral cross-wiring of supracondylar fractures of the humerus in children. *J Pediatr Orthop.* 2004; 24 (4); 376-9.
34. Ho ES. Evaluation of pediatric upper extremity peripheral nerve injuries. *J Hand Ther.* 2014; 1-8.
35. Sibinski M, Sharma H, Bennet GC. Early versus delayed treatment of extension type-3 supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg Br.* 2006; 88(3):380-1
36. Kronner JM, Legakis JE, Kovacevic N, Thomas RL, Reynolds RA, Jones ET. An evaluation of supracondylar humerus fractures: is there a correlation between postponing treatment and the need for open surgical intervention? *J Child Orthop.* 2013; 7(2): 131-7.
37. Walmsley PJ, Kelly MB, Robb JE, Annan IH, Porter DE. Delay increases the need for open reduction of type-III supracondylar fractures of the humerus. *J Bone Joint Surg Br.* 2006; 88(4): 528-30.

38. Wolfswinkel EM, Weathers WM, Siy RW, Horowitz KS, Hollier LH. Less is more in the non-operative management of complete brachial artery transection after supracondylar humeral fracture. *Ann Vasc Surg.* 2014; 28 (3): 739e.11-6.
39. Griffin KJ, Walsh SR, Markar S, Tang TY, Boyle JR, Hayes PD. The pink pulseless hand: a review of the literature regarding management of vascular complications of supracondylar humeral fractures in children. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2008; 36(6): 697-702
40. Debnath UK, Maripuri SN, Hariharan K, Shandall A. Transected brachial artery with pink pulseless perfused limb in an open grade III supracondylar fracture of the humerus. A case report and review of the literature. *Injury extra.* 2007; (38): 360-364.
41. Korompilias AV, Lykissas MG, Mitsionis GI, Kontogeorgakos VA, Manoudis G, Beris AE. Treatment of pink pulseless hand following supracondylar fractures of the humerus in children. *Int Orthop.* 2009; 33(1):237-241.
42. Matuszewski L. Evaluation and management of pulseless pink/pale hand syndrome coexisting with supracondylar fractures of the humerus in children. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2014; 24(8):1401-6.
43. Krusche-Mandl I, Aldrian S, Köttstorfer J, Seis A, Thalhammer G, Egker A. Crossed pinning in paediatric supracondylar humerus fractures: a retrospective cohort analysis. *Int Orthop.* 2012; 36(9):1893-8.
44. Konstantiniuk P, Fritz G, Ott T, Weiglhofer U, Schweiger S, Cohnert T. Long-term follow-up of vascular reconstructions after supracondylar humerus fracture with vascular lesion in childhood. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2011; 42(5):684-8.
45. Farley FA, Patel P, Craig CL, Blakemore LC, Hensinger RN, Zhang L, et al. Pediatric supracondylar humerus fractures: treatment by type of orthopedic surgeon. *J Child Orthop.* 2008; 2(2): 91-5.
46. Cheong RC, Tawng DK, Mahadev A. Pulse oximetry for the diagnosis and prediction for surgical exploration in the pulseless perfused hand as a result of supracondylar fractures of the distal humerus. *Clin Orthop Surg.* 2013; 5(1):74-81.
47. Pretell J, Rodriguez J, Andrés-Esteban EM. Does open reduction and pinning affect outcome in severely displaced supracondylar humeral fractures in children? A systematic review. *Strat Traum Limb Recon.* 2010; 5(2):57-64
48. Eren A, Güven M, Erol B, Akman B, Özkan K. Correlation between posteromedial or posterolateral displacement and cubitus varus deformity in supracondylar humerus fractures in children. *J Child Orthop.* 2008; 2(2): 85-9

49. Skaggs DL, Glassmam D, Weiss JM, Kay RM. A new surgical technique for the treatment of supracondylar humerus fractures malunions in children. *J Child Orthop*. 2011; 5(4):305-12
50. Kraus R, Wessel L. The treatment of upper limb fractures in children and adolescents. *Dtsch Arztebl Int*. 2010; 107(51-52): 903-10.
51. Smith L. Deformity following supracondylar fractures of the humerus. *J Bone Joint Surg Am*. 1960; 42 (2): 235 -52.
52. Bhende HS. Clinical measurement of varus-valgus deformity after supracondylar fracture of the humerus. *J Bone Joint Surg*. 1994; 76-B (2): 329-30.
53. Yamamoto I, Ishii S, Usui M, Ogino T, Kaneda K. Cubitus varus deformity following supracondylar fracture of the humerus. A method for measuring rotational deformity. *Clin Orthop Relat Res*. 1985; (201):179-85.
54. Kim HT, Lee JS, Yoo CI. Management of cubitus varus and valgus. *J Bone Joint Surg Am*. 2005; 87 (4): 771 -780.
55. Silva M, Pandarinath R, Farnig E, Park S, Caneda C, Fong Y, et al. Inter- and intra-observer reliability of the Baumann angle of the humerus in children with supracondylar humeral fractures. *Int Orthop*. 2010; 34(4): 553-7
56. Mahaisavariya B, Sitthiseripratip K, Ortis P, Tongdee T. Rapid prototyping model for surgical planning of corrective osteotomy for cubitus varus: report of two cases. *Injury Extra*. 2006; (37):176-180
57. Omori S, Murase T, Oka K, Kawanishi Y, Oura K, Tanaka H, et al. Postoperative accuracy analysis of three-dimensional corrective osteotomy for cubitus varus deformity with a custom-made surgical guide based on computer simulation. *J Shoulder Elbow Surg*. 2015; 24(2):242-9
58. McCoy GF, Piggot J. Supracondylar Osteotomy for cubitus varus. The value of the straight arm position. *J Bone Joint Surg*. 1988; 70-B (2): 283-286.
59. Ippolito E, Caterini R, Scola E. Supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg Am*. 1986; 68 (3): 333-344.
60. Dowd GS, Hopcroft PW. Varus deformity in supracondylar fractures of the humerus in children. *Injury*. 1979; 10 (4): 297-303.
61. Bali K, Sudesh P, Krishnan V, Sharma A, Manoharan SRR, Mootha AK. Modified step-cut osteotomy for post-traumatic cubitus varus: our experience with 14 children. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2011; 97 (7):741-9
62. Devnani A. Lateral closing wedge supracondylar osteotomy of humerus for post-traumatic cubitus varus in children. *Injury*. 1997; 28 (9-10):643-7

63. Levine MJ, Horn BD, Pizzutillo PD. Treatment of posttraumatic cubitus varus in the pediatric population with humeral osteotomy and external fixation. *J Pediatr Orthop*. 1996; 16 (5):597-601.
64. Ippolito E,; Moneta MR, D'Arrigo C. Post-traumatic cubitus varus. Long-term follow-up of corrective supracondylar humeral osteotomy in children. *J Bone Joint Surg Am*. 1990; 72 (5): 757 -765
65. Young S, Fevang JM, Gullaksen G, Nilsen PT, Engesaeter LB. Deformity and functional outcome after treatment for supracondylar humerus fractures in children: a 5-to 10- year follow up of 139 supracondylar humerus fractures treated by plaster cast, skeletal traction or crossed wire fixation. *J Child Orthop*. 2010; 4(5):445-453
66. Iobst CA, Spurdle C, King WF, Lopez M. Percutaneous pinning of pediatric supracondylar humerus fractures with the semisterile technique. The Miami experience [Abstract]. *J Pediatr Orthop*. 2007; 27 (1):17-22.

