

# CAPÍTULO 11 - RETARDO DE CONSOLIDACIÓN Y PSEUDOARTROSIS

Autores: Guillermo Milano, Ana González

Coordinador: Yaiza Lópiz Morales

Hospital Clínico San Carlos (Madrid)

## 1.- INTRODUCCIÓN

Los trastornos cronológicos de la consolidación de fracturas se diferencian en dos entidades:

**Retardo de consolidación:** se define como la alteración evolutiva de aquella fractura bien reducida e inmovilizada, en la que tras transcurrir el tiempo suficiente para consolidar (máximo de 9 meses), no aparece una unión ósea completa, y radiográficamente sigue siendo visible la línea de fractura. Cursa sin dolor y sin movilidad patológica del foco de fractura (1). Los tiempos estimados de consolidación para cada fractura se resumen en la Tabla 1.

**Pseudoartrosis:** ausencia absoluta de consolidación de una fractura apareciendo una falsa articulación a nivel del foco de la misma. Puede localizarse en epífisis, metáfisis o diáfisis siendo estas las más frecuentes. Para poder considerarse como pseudoartrosis deben presentarse los siguientes signos:

- En las fracturas diafisarias, cierre completo del canal medular por un opérculo óseo.
- Esclerosis de los bordes de la fractura y pseudocápsula periosteal.
- Movilidad anómala indolora a nivel del foco

Tabla 1. Tiempo de consolidación en función del tipo de fractura y localización			
Tiempos de consolidación normales			
Fracturas diafisarias		Fracturas metafisarias	
Clavícula	6 semanas	Húmero proximal	6 semanas
Húmero	10 - 12 semanas	Húmero distal	8 semanas
Cúbito y radio	16 - 20 semanas	Cúbito proximal	6 semanas
Fémur	13 - 19 semanas	Fémur proximal	8 - 10 semanas
Tibia	20 semanas	Fémur distal	14 - 17 semanas
		Tibia proximal y distal	8 - 10 semanas

## 2.- FACTORES PREDISPONENTES

Son de tres tipos y se resumen en la Tabla 3.

La incidencia de pseudoartrosis se estima en torno al 3-4%. La localización suele ser en los huesos largos, siendo el fémur, la tibia y el húmero los más afectados. Las fracturas abiertas pueden alcanzar tasas de fracaso en la consolidación de hasta el 30%, con mayor prevalencia en las del grupo IIIC de Gustilo<sup>2</sup>. Las síntesis inadecuadas con diastasis mayores de 5 mm, angulaciones >10 grados o contacto menor al 25% favorecen su aparición, principalmente en huesos que actúan en descarga.

## 3.- CLASIFICACIÓN DE LAS PSEUDOARTROSIS

Existen múltiples clasificaciones. Las más utilizadas son:

- Según la gravedad y evolución, la clasificación de Paley *et al* (3) (Tabla 2.1)
- Según la morfología del callo, la clasificación de Weber y Czech (4) (Tabla 2.2)

Tabla 2.1. Clasificación de las pseudoartrosis según gravedad y evolución
Retardo de consolidación
Tipo A: Pérdida ósea <1cm.
A1: Móvil.
A2: Rígida.
A2-1: Sin deformidad.
A2-2: Con deformidad.
Tipo B: Pérdida ósea >1cm.
B1: Defecto óseo. No acortamiento.
B2: Acortamiento. No defecto.
B3: Acortamiento. Defecto.
Tabla 2.2. Clasificación de las pseudoartrosis según la morfología del callo
Hipervasculares o hipertróficas
A. Pata de elefante.
B. Casco de caballo.
C. Oligotróficas
Avasculares o atróficas
D. Cuña de torsión.
E. Conminuta.
F. Defecto óseo
G. Atrófica.

## 4.- EVALUACIÓN CLÍNICA

Es importante evaluar en la zona de la fractura el estado de la piel y de las partes blandas, la presencia de drenaje activo o fistulas, la cobertura cutánea, la deformidad en el foco de fractura, asimetrías y alteraciones neurovasculares.

Es necesario también, realizar una prueba de solitación manual sobre el foco de fractura para detectar la existencia de movilidad anormal, así como la presencia de dolor, aunque es frecuente que en pseudoartrosis con varios años de evolución pueda llegar a desaparecer. En las fracturas tratadas quirúrgicamente el dolor puede ser referido a otras zonas, como en las pseudoartrosis de la diáfisis femoral tras enclavado, cuyo dolor se localiza más en la rodilla que a nivel del foco. Hay que explorar la movilidad en las articulaciones adyacentes pues no es infrecuente que, al existir un foco de movilidad anómala, disminuya el rango de movilidad de las articulaciones proximal y distal al foco.

Tabla 3. Factores predisponentes para el retardo de la consolidación y la pseudoartrosis

Factores generales	Factores locales	Factores debidos al tratamiento
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Carencias nutricionales.</li> <li>- Hepatopatías y alteraciones metabólicas.</li> <li>- La radiación (dosis que superan los 5000 rads.).</li> <li>- Fármacos: anticoagulantes (heparina y dicumarínicos), quimioterápicos, hidantoínas, corticoides y AINES (altas dosis).</li> <li>- Tabaco.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vascularización: odontoides, polo proximal del escafoides, cuello femoral.</li> <li>- Fracturas abiertas.</li> <li>- Traumatismos de alta energía</li> <li>- Fracturas multifragmentarias.</li> <li>- Fracturas infectadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fracturas con tratamiento ortopédico inadecuado.</li> <li>- Reducción abierta mal indicada.</li> <li>- Material de osteosíntesis incorrectamente indicado y/o aplicado.</li> </ul>

## 5.- DIAGNÓSTICO POR IMAGEN

En primer lugar se evaluarán la fractura inicial y las imágenes de los tratamientos previos, ya que esto ayuda a conocer la historia de la pseudoartrosis. El siguiente paso será realizar radiografías en proyección antero-posterior y lateral del hueso afecto, incluyendo las articulaciones proximal y distal. También es interesante obtener radiografías oblicuas del foco de pseudoartrosis y radiografías laterales en flexión y extensión de la articulación más próxima al foco para valorar el arco de movimiento de ambos.

La existencia de líneas radiolucetas en la radiografía simple no es sinónimo de pseudoartrosis y la existencia de un tejido de neoformación tampoco significa que haya una unión firme.

La radiografía simple no siempre es suficiente para realizar el diagnóstico y la valoración de una pseudoartrosis, debido a la existencia de hueso escleroso, sugerente de necrosis avascular, y de material de osteosíntesis. La TC es particularmente útil para detectar el porcentaje de unión en una sección determinada. Normalmente si existe un puente de unión entre los fragmentos óseos menor del 5% de la sección transversal, después de haber transcurrido el tiempo oportuno para la consolidación, se puede hacer el diagnóstico de pseudoartrosis. También permite cuantificar deformidades rotacionales.

La RM permite valorar el estado de las partes blandas adyacentes, identifica mejor que otros estudios la lesión del hueso trabecular y detecta zonas de fibrosis y matriz cartilaginosa característicos de la fase regenerativa, o el líquido sinovial interpuesto que es sugerente de pseudoartrosis. También ayuda a conocer la presencia o ausencia de necrosis avascular.

La gammagrafía ósea permite valorar la existencia de vascularización y de infección en el foco en cuyo caso emplearemos citrato de galio-67 o leucocitos marcados con Tc-99m. Actualmente existe la técnica de SPECT-TAC que aúna la sensibilidad de la gammagrafía ósea con la morfología de la tomografía computarizada.

## 6.- ESTUDIOS DE LABORATORIO

Los estudios analíticos rutinarios, incluyendo electrolitos y recuentos celulares, son útiles para valorar el estado general de salud del paciente. Los niveles de proteínas determinan un posible estado de desnutrición. La velocidad de sedimentación globular y la proteína C reactiva, son parámetros útiles en el diagnóstico y seguimiento de una

infección. En el caso de sospecha de infección es necesaria la obtención de muestras para el estudio microbiológico e histológico. Cuando 3 cultivos de 5 son positivos, la probabilidad de infección asciende al 85%. Es importante la suspensión de la antibiotioterapia al menos una semana antes de la obtención de muestras para disminuir el porcentaje de falsos negativos.

## 7.- TRATAMIENTO

Para establecer el tratamiento correcto hay que asegurar la estabilidad mecánica, confirmar un aporte vascular adecuado y añadir, cuando sea necesario, un estímulo para la formación ósea (Tabla 4).

### 7.1. Estimulación biológica: Autoinjertos

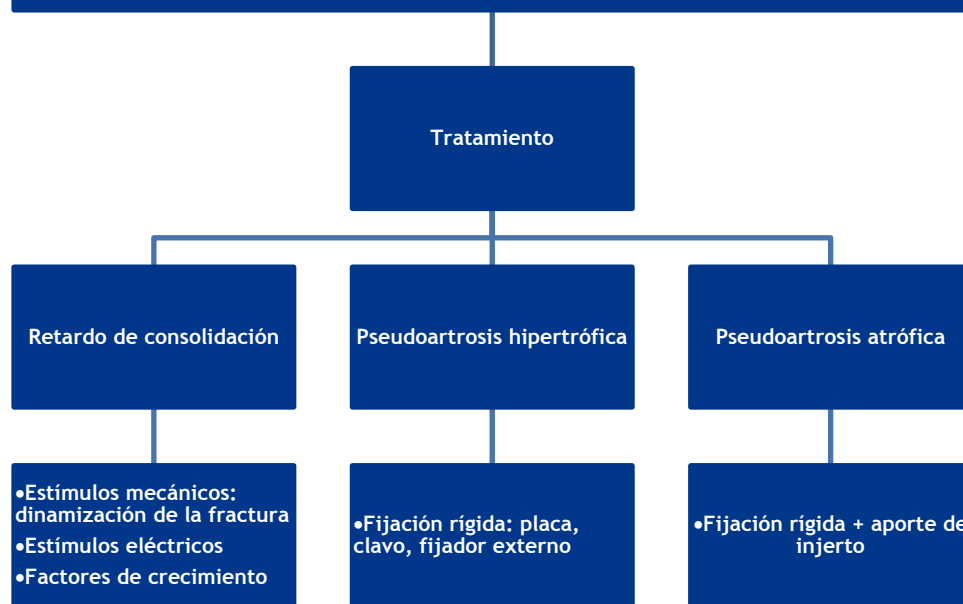
La estimulación biológica se consigue, principalmente, con los autoinjertos que tienen propiedades osteoconductoras, osteoinductoras y osteogénicas. Son el patrón oro en el tratamiento de la pseudoartrosis. Existen distintos tipos:

- **Vascularizados (5):** además del soporte mecánico, aportan soporte vascular. Se reservan para casos difíciles por su complejidad técnica. Pueden ser pediculados o no pediculados (libres) en función de la localización de la pseudoartrosis.
- **Aspirado de médula ósea:** presenta tasas de fusión variable, del 62 al 90%. Aporta la ventaja de su escasa morbilidad. Normalmente se utiliza como tratamiento coadyuvante.
- **Fresado intramedular:** asociado a un recambio del clavo en las pseudoartrosis de huesos largos. Se considera una variante del autoinjerto ya que en los productos del fresado se encuentran células activas.
- **Autoinjerto de cresta iliaca (6):** es la zona de elección para extraer el injerto por presentar la mayor capacidad osteoinductiva asociado a una escasa tasa de complicaciones, consiguiéndose un porcentaje de éxitos que en algunas series llega al 100%.

### 7.2. Estimulación biológica: Factores de crecimiento (BMP)

Únicamente la rhBMP 2 y rhBMP 7 (7) han mostrado un efecto beneficioso en la consolidación en estudios clínicos, con dosis muy altas, un periodo de acción muy corto y sin superar los resultados en cuanto a capacidad osteogénica del injerto autólogo. La limitación en el tiempo de actuación de la BMP en el foco de reparación ósea, se considera un gran inconveniente ya que no se conoce qué células y en qué momento de la consolidación son más refractarias al efecto osteogénico de la BMP. Teniendo en

Tabla 4. Bases del tratamiento del retardo de consolidación y la pseudoartrosis



cuenta el alto costo de la BMP, sólo está justificado su uso en la pseudoartrosis establecida y resistente al tratamiento.

### 7.3. Estimulación electromagnética

La utilización clínica de la estimulación electromagnética se basa en estudios clásicos que demostraron que al provocar una estimulación mecánica en el hueso, se produce una deformidad con consecuencias eléctricas: el lado cóncavo se hace electronegativo y el lado convexo, electropositivo. Estos hallazgos corroboraron que como respuesta a una estimulación mecánica se puede producir una respuesta eléctrica. Más tarde se demostró que si se aplicaba una estimulación eléctrica continuada (5 semanas), se producía una neoformación ósea en el lado del cátodo (8). Con el paso del tiempo se introdujeron los métodos no invasivos, que consisten en aplicar externamente corriente alterna mediante bobinas enfrentadas, induciendo una corriente eléctrica en el hueso (estimulación electromagnética), similar a la producida por los estímulos mecánicos. Para que este sistema sea efectivo es necesario acoplar las bobinas exactamente por encima de la piel en el foco de fractura y a su vez a un generador externo, y que no exista una diastasis mayor que la mitad del diámetro del hueso afecto. No se conocen complicaciones ni efectos secundarios (9,10). Es importante que la aplicación del estimulador sea diaria y durante unos 20 minutos.

### 7.4. Osteosíntesis

La gran ventaja de la fijación externa en el tratamiento de las fracturas abiertas y en los casos de pseudoartrosis es el respeto a la vascularización del hueso y los tejidos, permitiendo así que estos regeneren precozmente. La elección del tipo de fijador externo se realiza en función de la complejidad del caso.

Entre los diferentes sistemas de fijación interna, disponemos de:

**Placas de osteosíntesis:** técnica recomendada para tratar las pseudoartrosis asépticas y se emplean de igual forma que en las fracturas. El uso de placas requiere un amplio abordaje, lo que conlleva mayor probabilidad de infección, por lo que la tendencia actual es a usar clavos intramedulares en las zonas diafisarias de la extremidad inferior y placas en la extremidad superior. En la zona metafisaria, las placas aportan más estabilidad que los clavos. Según el tipo de pseudoartrosis se pueden emplear diferentes técnicas quirúrgicas:

- **Pseudoartrosis viables o vasculares, tipo pata de elefante (generalmente en extremidades inferiores):** se recomienda mejorar la estabilidad de la fractura con una placa a compresión o un clavo fresado y bloqueado. Las pseudoartrosis atróficas (generalmente en miembros superiores), deberían tratarse con una placa de compresión asociada a aporte de injerto óseo.
- **Pseudoartrosis avascular:** un buen tratamiento sería la realización de decorticación osteoperióstica descrita por Judet. Posteriormente, si no existe gran defecto, se asocia una placa a compresión, y si existe defecto óseo se utilizará una placa puente con aporte local de aloinjerto.
- **Pseudoartrosis metafisarias:** la diferencia estriba en el hecho de que asientan en un hueso esponjoso, generalmente osteoporótico. Cuando la movilidad articular se produce a expensas del foco de pseudoartrosis, es necesario asociar a la síntesis una artroplastia articular. Ocasionalmente, para conseguir una buena estabilidad es necesario colocar un fijador externo circular, que refuerza la síntesis con placas.

**Clavos intramedulares:** el uso de clavos aporta estabilidad, permite la carga y la micromovilidad, así como aporta injerto procedente del fresado medular. Está indicado en pseudoartrosis de huesos largos de carga, formas atróficas e hipertróficas y asépticas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Brinker MR. Nonunions: Evaluation and treatment. En: Browner BD, Levine AM, Jupiter JB, Trafton PG, Krettek C. Skeletal trauma: Basic science, Management and reconstruction. Tomo I. Philadelphia. Saunders; 2003:507-604.
2. Rodríguez Álvarez J. Pseudoartrosis: Epidemiología. En: Curso Básico Fundación S.E.C.O.T.; 5, 6, 7 Junio 2008; Madrid, España. Mozart Art S.L. 2008, pp:31-2.
3. Paley D, Catagni MA, Argnani F, Villa A, Bendetti GB, Cattaneo F. Lizarov Treatment of tibial nonunion with bone loss. Clin Orthop 1989; 241:146-65.
4. Weber BG, Cech O. Pseudoarthrosis. Pathophysiology, biomechanics, therapy, results. Berna, Huber, 1976.
5. Soucaucos PN, Daliana Z, Beris AE, Jonson EO. Vascularised bone-grafts for the management of nonunion. Injury 2005; 37(suppl):S41-S50.
6. Sen MK, Miclau T. Autologous iliac bone graft: Should it still be the gold standard for treating nonunions? Injury 2007; 38(suppl1):S75-80.
7. Makino T, Hak DJ, Hazelwood SJ, Curtiss S, Reddi AH. Prevention of atrophic nonunion development by recombinant human bone morphogenetic protein-7 Original Research Article. J Orthop Res. 2005 May;23(3):632-8.
8. Fukada E, Yatsuda J. On the piezoelectric effect of bone. J Physio Soc Japan 1957; 12:1158-62.
9. Leung R, Waton A, Srinivas S, Mackay DC. Pulsed electromagnetic (PEMF) bone growth stimulation for fracture non-union: Patient experience and clinical outcome Injury 2011; 42(9):149.
10. López-Durán Stern L, Sánchez Sanz MP, Cebrián Parra JL, Marco Martínez F. Estimulación electromagnética. Indicaciones actuales y experiencia clínica. En: Actualizaciones SECOT 5. Barcelona: Masson SA, 2005, p.19-25.