

CONSOLIDACIÓN ÓSEA

26-Ago-2025

¿Qué es?

SE TRATA DE UN PROCESO DE REGENERACIÓN TISULAR. IMPLICA UNA SERIE DE PASOS INICIADOS A PARTIR DE UN ESTIMULO DEL TEJIDO ÓSEO, INDUCIDO O PROVOCADO A PARTIR DE UNA LESIÓN.

Tipos

PRIMARIO / DIRECTO / CORTICAL.

- Medecación anatomica de los fragmentos
- Ausencia completa del movimiento
- Sin tejido cartilaginoso (formación callo)
- Material para osteosíntesis

SECUNDARIO / INDIRECTO

- Fx No estabilizadas quirúrgicamente
- Movilidad interfragmentaria
- Duración variable: 6-12 sem
- Más Frecuente.

Fases

- 1 INFLAMATORIA.
- 2 REPARATIVA. (callo blando y duro)
- 3 REMODELACIÓN. (Inicial y definitiva)

2 FASE REPARATIVA (CALLO BLANDO) Semana 1-3.

Eventos

- Ingreso de C' mesenquimales desde perostio, endostio, MD y tejidos blandos
- Formación de tejido de granulación vascularizado que rellena fragmentos óseos.
- Desarrollo del callo blando (mezcla de fibroblastos, condrocitos y osteoblastos).

Actividad Celular

- Fibroblastos: producen MEC rica en colágeno III → base tej. conectivo inicial
- Condrocitos: diferencian en áreas con H_2O_2 y movilidad interfragmentaria, genera cartilago H.
- Osteoblastos derivados del peri-endostio comienzan a depositar osteoide en áreas + lax.

- Células Endoteliales: Angiogénesis intensa para reestablecer el tejido.

- * Se establece un tejido transitorio que estabiliza mecánicamente la fractura.
- * El cartilago protege los extremos óseos; el tejido fibroso y óseo embrionario preparan para la osificación.
- * Organización futura sitio hueso definitivo.

3 FASE REMODELACIÓN (INICIAL) Semana 6-12.

Eventos

- Sustitución de hueso trabecular inmaduro por hueso laminar organizado.
- Resorción de exceso callo periosteal/médula
- Restauración progresiva del canal medular.

Actividad Celular

- Osteoclastos: degradan hueso trabecular primario y callo sobrante.
- Osteoblastos: depositan hueso laminar en patrones orientados según eje de carga
- Osteocitos: Atrapados en la nueva matriz regulan homeostasis ósea local

- * Hueso adquiere mayor resistencia mecánica y comienza a recuperar su arquitectura orgánica
- * En niños permite corregir deformaciones (Ley de Wolff: Estímulos Mec. goían remodelación)

1 FASE INFLAMATORIA Semana 0-1

Eventos

- Ruptura de vasos sanguíneos en canal medular, periostio y partes blandas
- Formación hematoma fractario, que contiene plaquetas y fibrina.
- Liberación de mediadores (PGE₂, TGF- β , IGF-1, IGF-II, BMP, GDF-8).

Actividad Celular

- Plaquetas: desgranulación → liberación de TAF- β y PDGF → Est. Químicos y Biol.
- Macrófagos: fagocitan restos necróticos y secretan citoquinas (IL-1, TNF- α , TGF- β) que activan fibroblastos y C' mesenquimales.
- CM1: Activadas por señales químicas comienzan a migrar al foco de fractura.
- Osteoblastos inactivos de periostio y endostio: Entran en fase proliferativa tras estímulo local.

- * Esta fase establece microambiente inflamatorio y pro-regenerativo

- * Hematoma actúa como andamiaje inicial donde migran células y Fx intum.

- * La inflamación controlada es indispensable sin ella no se activaría la cascada de consolidación.

2 FASE REPARATIVA (CALLO DURO) Semana 3-6.

Eventos

- Diferenciación celular depende de:
 - Origenación: Alta → Hueso Baja → Cartilago
 - Estabilidad Mecánica: Inmovil → osteogénica
- El callo blando se transforma en callo duro mediante osificación endocondral y directa.
- Mineralización de la matriz.

Actividad Celular

- Condrocitos Hipertróficos: Matriz cartilaginosa que se calcifica → entrada vasos
- Osteoclastos y C' multinucleados: degradan cartilago calcificado, dejando espacios a capilares y osteoblastos.

- Osteoblastos Activos: Matriz osteoide sobre tabiques cart. calc. → Hueso Trabecular 1º

- Osteones Nuevos: Cuando vasos corticales y osteoblastos atraviesan hueso → Unión Interfragmentaria

- * Integridad estructural gracias al callo duro.

- * Act. coordinada de condrocitos, osteoclastos, osteoblastos, limita osificación endocondral del cartilago del crecimiento

- * Hueso deja de tener soporte y soporte carga parcial.

3 FASE REMODELACIÓN (TARDÍA) Meses 3-24

Eventos

- Sustitución completa de hueso trabecular por hueso cortical maduro
- Perfil de la cortical y canal med. reestablecidos
- Ajuste biomecánico a cargas fisiológicas

Actividad Celular

- Osteoclastos: Remodela áreas sobrantes
- Osteoblastos: genera nuevos osteones M.

- Osteocitos: detectan microcargas y envían señales para orientar al remodelado

- Colágeno: Transición completa → Tipo I (Asist. a tensión y compresión)

- * Hueso recupera estructura laminar cortical
- * Hueso recupera su fuerza original

- * Elimina completamente tejido transitorio (Cartilago, callo fibroso, hueso esponjoso)

- * Hueso curado es indistinguible del original → Remodelación completa