

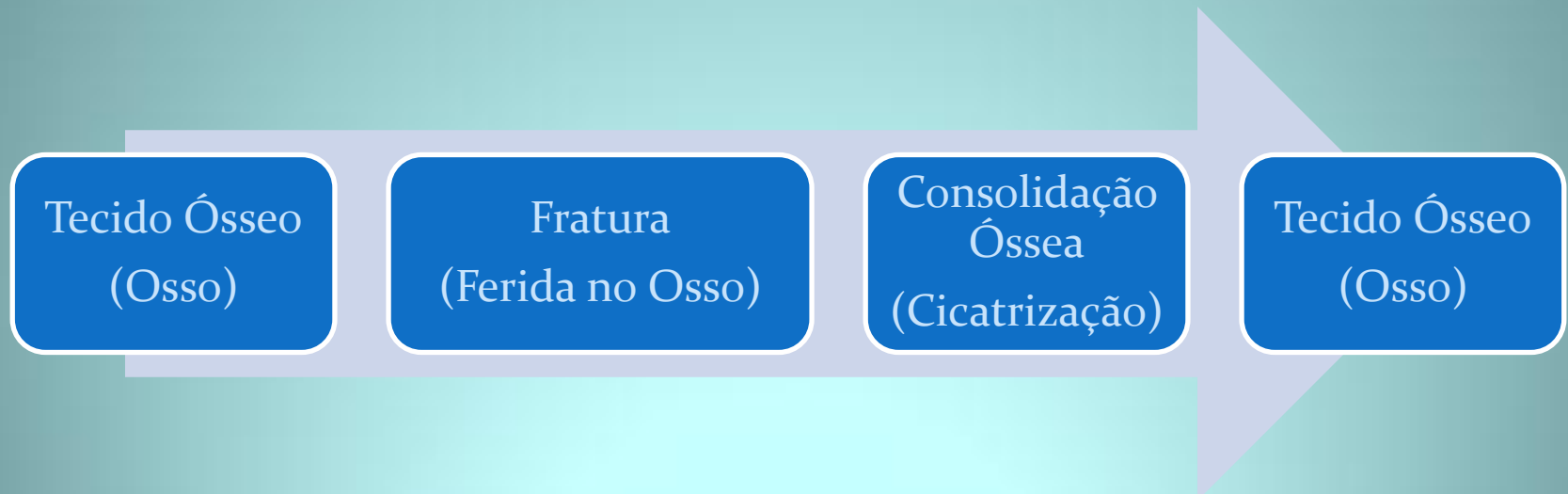
Processo de Consolidação das Fraturas

André Montillo
UVA

Processo de Consolidação das Fraturas

Consolidação Óssea

O Tecido ósseo é o único que no final de sua cicatrização originará tecido ósseo verdadeiro e não fibrose como os demais tecidos



Consolidação Óssea

Fatores que Influenciam na Consolidação das Fraturas:

- **Fatores Mecânicos:** Mobilidade no Foco de Fratura: Quanto Menor a Mobilidade no Foco de Fratura Maior Será a facilitação na Consolidação Óssea
- **Fatores Biológicos:** Aporte Sangüíneo no Foco da Fratura: Quanto Maior Melhor
 - Células Sangüíneas: Essenciais para Secreção:
 - ❖ Fatores de Crescimento:
 - ✓ Transformante beta: TGF beta
 - ✓ Insulino-parecido: IGF
 - ✓ Derivados da Plaquetas: PDGF
 - ❖ Proteínas Morfogênicas Individuais (BMPs): Induzem células mesenquimais perivasculares a produzir osso no foco de fratura
 - ✓ Proteína Ósseo-indutivo: BMP-2
 - ❖ Interleucinas: IL
 - ❖ Proteoglicanas: PGE 2
 - Células Mesenquimatosas: Osteogênicas e Condrogênicas
 - Células Inflamatórias
 - Fibroblastos e Colágeno

Consolidação Óssea

Mecanismos da Consolidação Óssea:

Alterações Estruturais da Região Diafisária em relação as Regiões Metafisárias e Epifisárias é que determinam os Diferentes Mecanismos.

- **Fratura no Osso Cortical:** Região Diafisário do Osso Longo é um Osso Tubular e Denso.
 - ✓ Cortical Espessa: Maior Ação do Perióstio (Calo Externo)
 - ✓ Menor Vascularização Intrínseca: Canais da Havers e Volkmann
 - ✓ Maior Vascularização Extrínseca: Inserções Musculares
 - ✓ Menor Superfície de Contato com os Fragmentos Fraturários

- **Fratura no Osso Esponjoso:** Região Metafisária e Epifisária do Osso Longo, Corpo dos Ossos Curtos e Chatos é um Osso Reticular com aspecto de uma esponja.
 - ✓ Cortical Fina: Maior Ação do Endóstio (Calo Interno)
 - ✓ Maior Vascularização Intrínseca: Osso Trabecular
 - ✓ Menor Vascularização Extrínseca: Trajeto de Tendões
 - ✓ Maior Superfície de Contato com os Fragmentos Fraturários
 - ✓ Impactação do Foco de Fratura

Consolidação Óssea

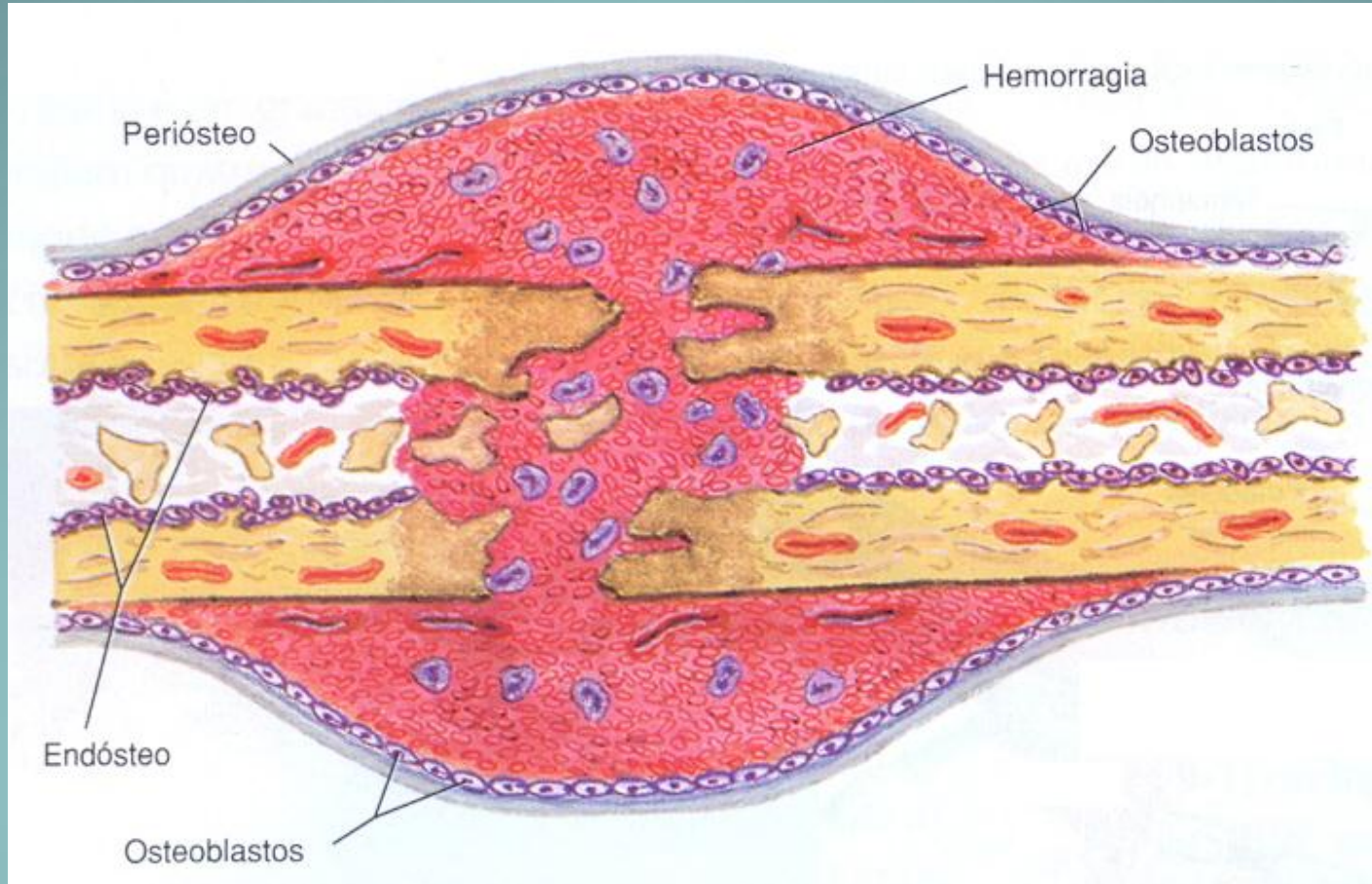
Processo de Consolidação da Fratura:

- Fratura: Foco da Fratura
- Ruptura dos Vasos Peri-fraturários e do Perióstio: Hemorragia Local
- Hematoma Fraturário: Diretamente Relacionado com o Desvio da Fratura
- Morte dos Osteócitos Peri-fraturários: Anel de Osso Morto (Anel Avascular)
- Reabsorção Óssea
- Calo Ósseo Mole
- Calo Ósseo Duro
- Remodelação Óssea

Todo o Processo de Consolidação da Fratura ocorrerá sobre o Hematoma Fraturário.

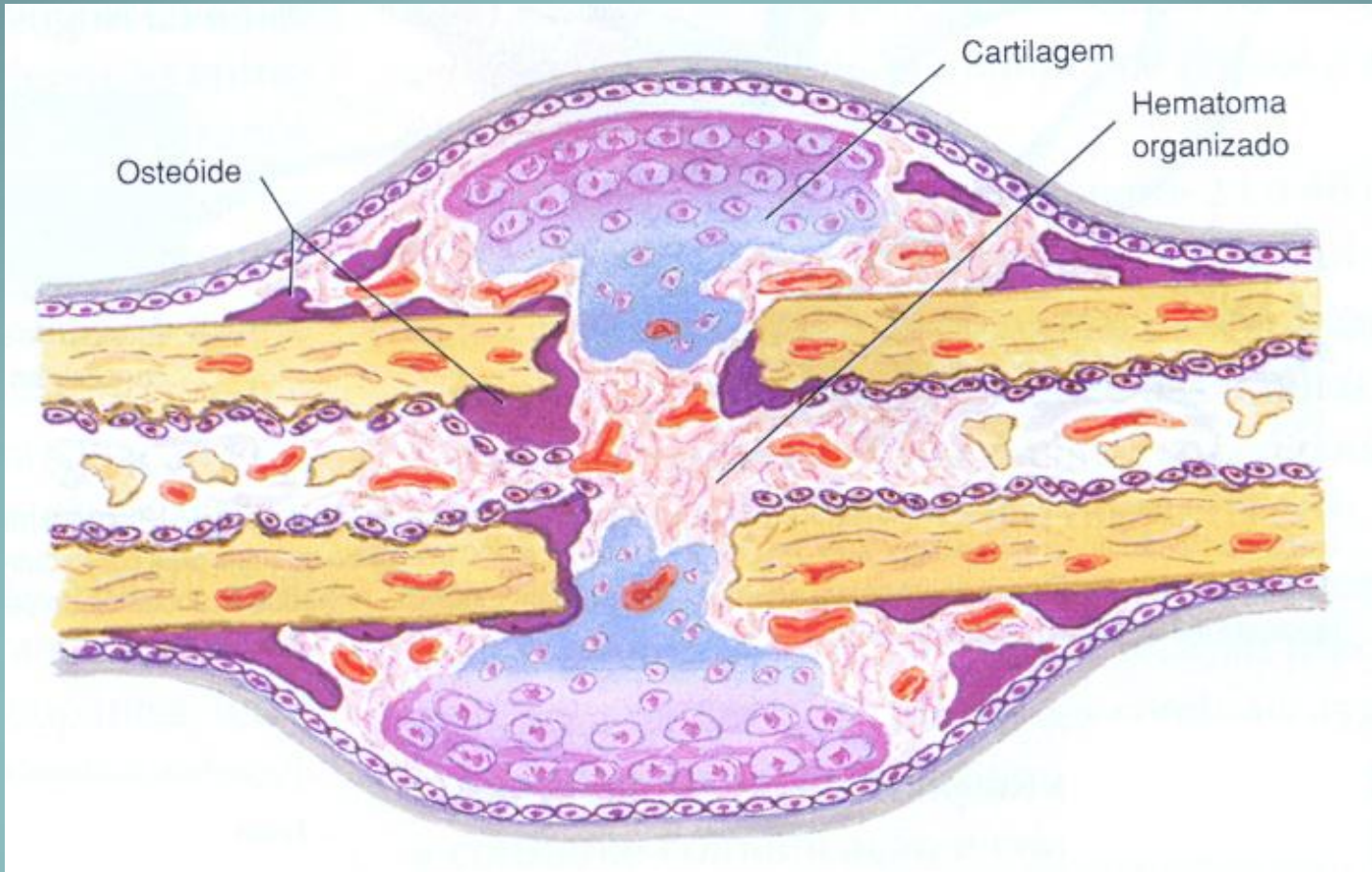
Consolidação Óssea

Processo de Consolidação da Fratura: Fase Inflamatória



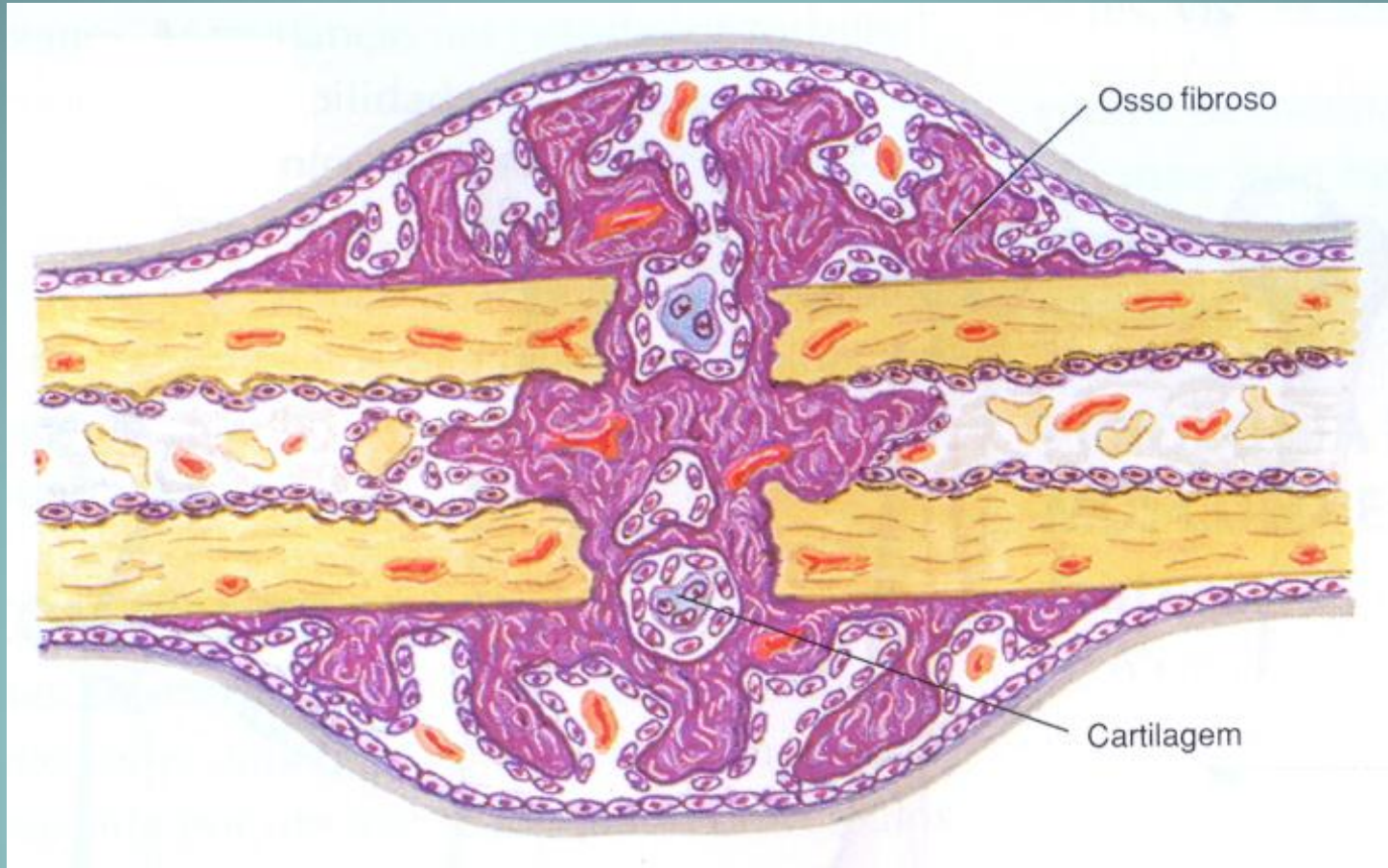
Consolidação Óssea

Processo de Consolidação da Fratura: Fase do Calo Ósseo Mole



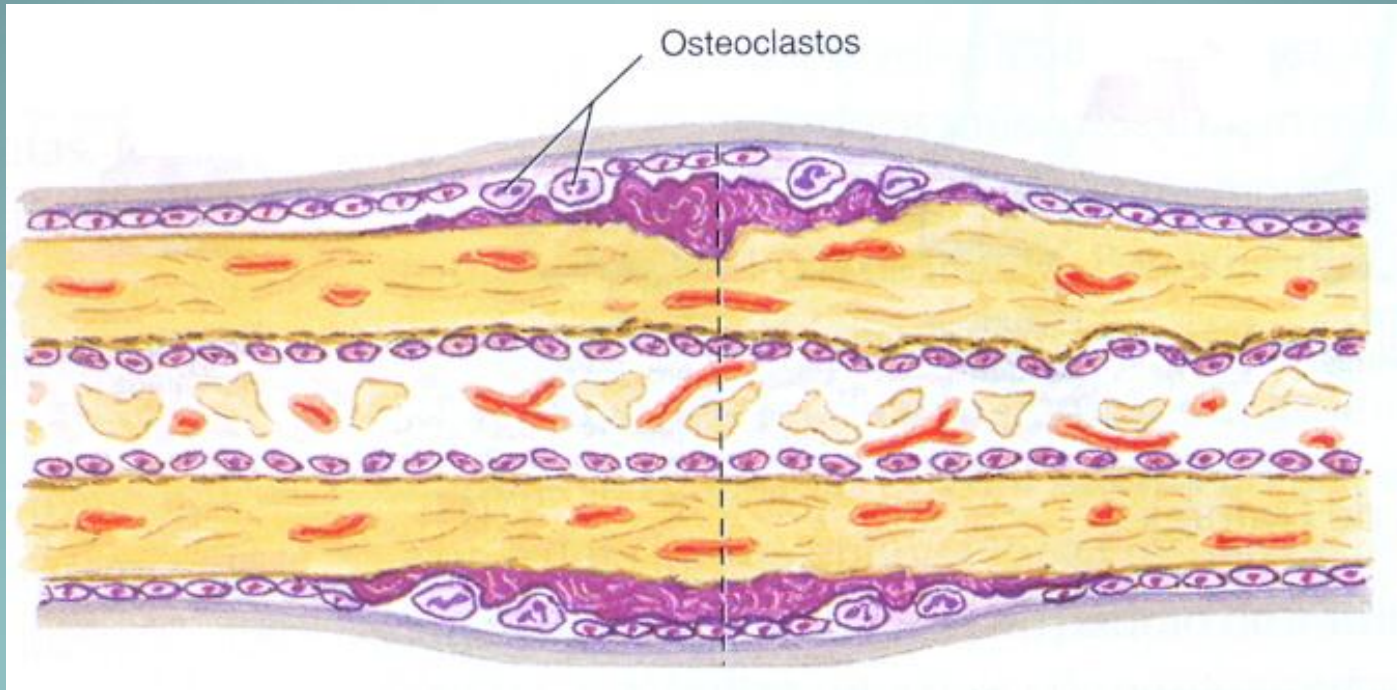
Consolidação Óssea

Processo de Consolidação da Fratura: Fase do Calo Ósseo Duro



Consolidação Óssea

Processo de Consolidação da Fratura: Fase de Remodelação Óssea



Consolidação Óssea

Processo de Consolidação da Fratura:

➤ Estágios Precoces – Fase Inflamatória: No Hematoma Fraturário

- ✓ Início do Processo de Reparação Óssea a partir das Partes Moles
- ✓ Proliferação das Células Osteogênicas que se Diferenciam das Células Mesenquimatosas das Partes moles Adjacentes. Neste Estágio ocorrerá uma explosão populacional de células osteogênicas que formará rapidamente o calo da fratura que inicialmente consiste de uma massa espessa envolvente de tecido osteogênico
- ✓ Será um Tecido de Granulação com Fibroblastos e uma Rede de Colágeno ricamente vascularizado por Capilares Neoformados
- ✓ Liberação de Mediadores Químicos:
 - Fatores de Crescimento Celular
 - Interleucina
 - Prostaglandinas
- ✓ Este Período ocorre nas 1^{as} Semanas (em 2 Semanas)

Neste momento se forma o Calo Ósseo Inicial ou seja o Calo Ósseo Mole de consistência fluida que progressivamente se torna mais firme (como uma cola de endurecimento lento), viscoso e determina menor mobilidade no Foco de Fratura. Este Calo Mole Não Contem Osso portanto é Radiotransparente (Não detectado no Raio X). Forma-se a partir do Perióstio o Calo Externo e a partir do Endóstio o Calo Interno. Neste Calo Ósseo podemos encontrar um Tecido com presença de Osteócito mas não existe Calcificação (Tecido Osteóide), ou seja, Não há Osso.

Consolidação Óssea

Processo de Consolidação da Fratura:

➤ Estágios Precoces da Consolidação Óssea: Evolução do Calo Ósseo Fraturário

- ✓ Maturação do Calo Ósseo Mole: Evolução para o Calo Ósseo Duro

-Calo Ósseo Provisório -

Será observado no Tecido Osteogênico a Neoformação Óssea, originando o Osso Primitivo, por Diferenciação das Células Osteogênicas em Osteoblastos (fora do foco de fratura) e Condroblastos (próximo ao foco de fratura: formando inicialmente tecido cartilaginoso). Este processo ocorre primeiramente fora do foco de fratura (periósteo mais vascularizado e menor mobilidade da fratura)

Neste momento forma-se o Calo Ósseo Provisório (Externo e Interno) que é uma Mistura de Osso Primitivo e Cartilagem, envolvendo o foco de fratura formando uma Cola Biológica que se Endurece Gradualmente e os componentes cartilagosos são substituídos por Osso através do Processo de Ossificação Endocondral.

- ✓ Fatores que Determinam a Diferenciação das Células Osteogênicas:
 - Mobilidade no Foco de Fratura
 - Suprimento Sangüíneo no Foco de Fratura

No Calo Provisório onde existir maior quantidade de Osso Primitivo temos a Formação do Calo Ósseo Duro. Portanto nos locais da fratura onde houver maior suprimento sangüíneo e menor mobilidade no foco de fratura haverá uma maior Formação de Calo Ósseo Duro que é Suficientemente Firme para estabilizar a fratura não havendo mais Mobilidade na fratura.

Consolidação Óssea

Processo de Consolidação da Fratura:

➤ Consolidação Clínica da Fratura: Formação do Calo Ósseo Duro

Neste Estágio da Consolidação da Fratura já se Observa a Formação do Calo Ósseo Duro e firme o suficiente para evitar a mobilidade no foco de Fratura.

Ao Examinar a Fratura não se detecta mais mobilidade no foco de fratura.

Entretanto o Osso ainda não recuperou sua Resistência Original é um Osso Primitivo.

No Raio X observa-se ainda o traço de fratura com evidência de Osso no Calo Ósseo.

O Tempo da Consolidação Clínica do Fratura vai Depender de Vários Fatores.

- ✓ Idade do Paciente
- ✓ Qual o Osso Fraturado
- ✓ Região do Osso Fraturada
- ✓ Tipo de Osso Fraturado
- ✓ Configuração da Fratura
- ✓ Desvio da Fratura
- ✓ Suprimento Sangüíneo no Foco de Fratura
- ✓ Mobilidade no Foco de Fratura

Consolidação Óssea

Processo de Consolidação da Fratura:

- Estágios Precoces:
 - ✓ Fase Inflamatória
 - ✓ Anel Avascular
- Formação do Calo Ósseo:
 - ✓ Calo Ósseo Provisório: Mole
 - Tecido Fibroso
 - Tecido Cartilaginoso
 - Radiotransparente
 - ✓ Calo Ósseo Duro:
 - Tecido Cartilaginoso
 - Tecido Ósseo
 - Consolidação Clínica
- Remodelação:
 - ✓ Grande Calo Ósseo Duro
 - ✓ Consolidação Radiológica:
 - Não se Observa o Foco de Fratura
 - Observa-se o Canal Medular

Consolidação Óssea

Processo de Consolidação da Fratura:

➤ Consolidação Radiológica da Fratura:

Durante o Consolidação da Fratura haverá o Amadurecimento do Calo Ósseo Provisório (Calo Ósseo Duro) com a Substituição Gradual do Osso Primitivo por Osso Lamelar Maduro (Osso Cortical) ou Osso Esponjoso Maduro (Osso Trabecular). Em Alguns Meses esta substituição dará origem à um excesso de Osso Maduro sendo observado no Raio X um Calo Ósseo Exuberante determinando uma União Óssea Segura e formado por Osso Maduro com sua Resistência Original. Haverá o Surgimento da Canal Medular Através da Fratura Consolidada caracterizando a Consolidação Radiológica da Fratura.

➤ Fase Final da Consolidação da Fratura: Remodelação Óssea

No Final da Consolidação Óssea Todo o Osso em Excesso será Reabsorvido originando um osso com sua Espessura quase normal com Tecido Ósseo Normal e Formação do Canal Medular.

Este Processo de Remodelação Óssea Obedece a **Lei de Wolff**:

- Segmento Ósseo de Compressão: Carga Negativa: Deposição Óssea
- Segmento Ósseo de Distração: Carga Positiva: Reabsorção Óssea

Consolidação Óssea

Tipos de Consolidação da Fratura:

➤ Consolidação Óssea Primária:

A Fratura se Consolida a partir do Tratamento Cirúrgico quando é realizada uma Redução Anatômica da Fratura e associada à uma Fixação Rígida dos Fragmentos fraturários com Placa e Parafusos.

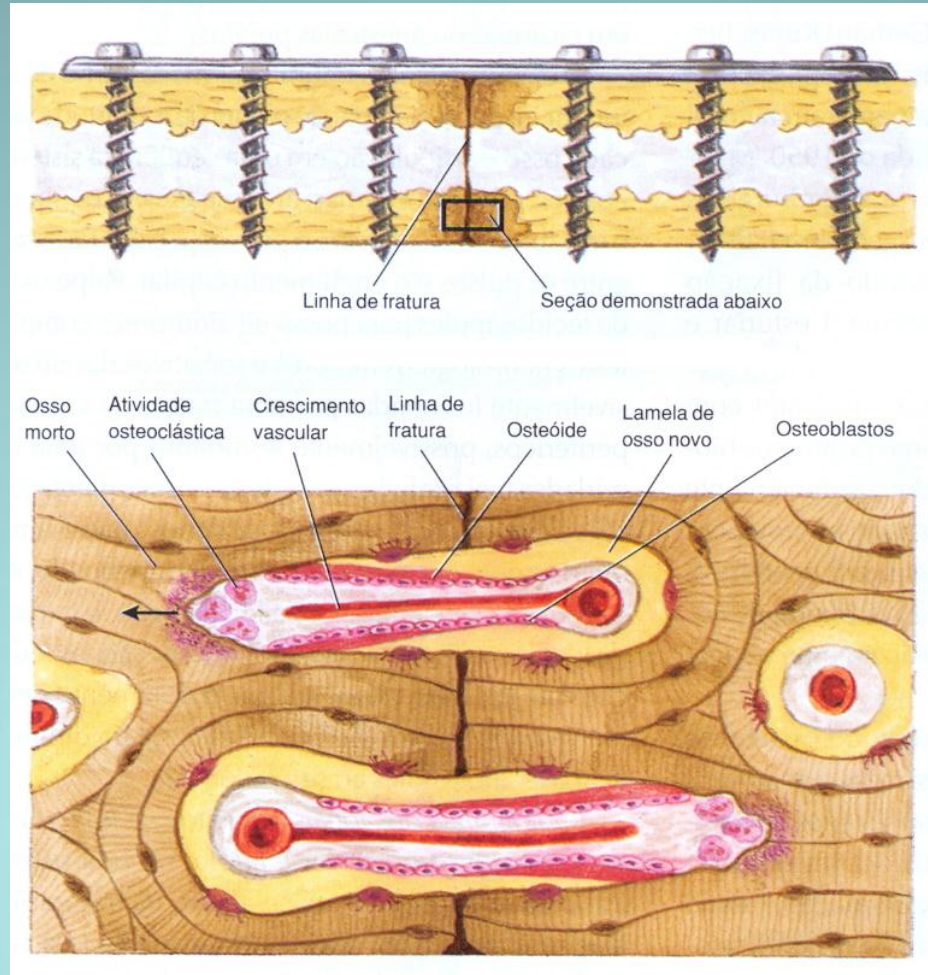
➤ Consolidação Óssea Secundária:

A Fratura se Consolida através do Tratamento Conservador.

Consolidação Óssea

Tipos de Consolidação da Fratura:

➤ Consolidação Óssea Primária:



Consolidação Óssea

Tipos de Consolidação da Fratura:

➤ Consolidação Óssea Primária: Tratamento Cirúrgico

Neste caso a Mobilidade dos Fragmentos da Fratura é Zero e, portanto, na Consolidação Não Há a Formação de Calo Ósseo, ou seja Não Há Tecido de Granulação no Hematoma Fraturário.

A Fratura irá Consolidar Diretamente pelo Contato das Corticais dos Fragmentos da Fratura, onde ocorrerá a Proliferação dos Canais de Havers (Ósteons) através do Foco da Fratura, seguida pela proliferação dos Osteoclastos que formarão Túneis Ósseos pelos quais seguirão os Capilares, Células Mesenquimatosas e os Osteoblastos que, pelo Processo de Remodelação Haversiana (Deposição e Reabsorção Óssea) originará Tecido Ósseo Lamelar e Concêntrico o que caracteriza o Osso Cortical. O Calo Ósseo formado na Consolidação Primária é Chamado de Calo Ósseo Medular ou de Fenda que apenas preenche os espaços vazios deixados no foco de fratura pela Fixação Rígida. Portanto durante a Consolidação Primária da Fratura Não se Observa a Formação de Calo Ósseo ao Raio X. Se na Fixação Rígida da Fratura Observar a Formação de Calo Ósseo Evidente no Raio X é um Sinal de que houve uma Falha na Fixação e portanto também pode complicar com Retardo de Consolidação ou Pseudo-artrose, com um maior risco de desenvolver a Pseudo-artrose Infectada. Mesmo a Mobilidade da Fratura ser Próxima de Zero o Fator Biológico, ou seja, a Vascularização no Foco de Fratura é de Fundamental Importância para o Processo de Consolidação da Fratura.

Consolidação Óssea

Tipos de Consolidação da Fratura:

➤ Consolidação Óssea Secundária: Tratamento Conservador

Nesta Consolidação Óssea haverá o Hematoma Fraturário sobre o qual se Desenvolverá um Tecido de Granulação com Explosão de Células Mesenquimatosas (Osteogênicas e Condrogênicas), Células Inflamatórias, Células Secretoras e Substâncias Químicas Osteo-estimulantes com formação do Calo Ósseo Mole que gradualmente evolui para o Calo Ósseo Duro, formando o Calo Ósseo Provisório que Evolui para o Calo Ósseo Maduro com Tecido Ósseo Verdadeiro e finalmente a Fase de Remodelação Óssea através da Lei do Wolff.

Consolidação Óssea

Complicações no Processo de Consolidação da Fratura:

-Consolidação Anormal das Fraturas-

➤ Consolidação Viciosa:

A Fratura consolida no prazo normalmente esperado, porém em uma Posição Insatisfatória, resultando em uma Deformidade Óssea Residual.

➤ Retardo de Consolidação:

A Fratura pode eventualmente consolidar, mas leva consideravelmente mais tempo do que o normalmente esperado para fazê-lo.

➤ Ausência de Consolidação: Pseudo-artrose

A Fratura falha completamente na sua consolidação, não havendo a formação de tecido ósseo, resultando em uma União Fibrosa ou Originando uma Falsa Articulação (Pseudo-artrose). Somente em 5% dos forma-se a Pseudo-Artrose Verdadeira. A Fratura se caracteriza no Raio X por Não Apresentar Sinais de Consolidação Óssea e clinicamente apresenta Mobilidade no Foco de Fratura com Ausência de Dor.

Alguns Autores Consideram a Pseudo-artrose quando a Fratura Não está Consolidada após 8 Meses de Tratamento.

➤ Pseudo-artrose Infectada:

A Mais Temidas de Todas as Complicações sendo mais Freqüente no Tratamento Cirúrgico da Fratura. É a Pseudo-artrose associada coma Infecção Bacteriana do Tecido Ósseo no Foco da Fratura.

Consolidação Óssea

Complicações no Processo de Consolidação da Fratura:

-Consolidação Anormal das Fraturas-

➤Consolidação Viciosa:



Consolidação Óssea

Complicações no Processo de Consolidação da Fratura:

-Consolidação Anormal das Fraturas-

➤ Pseudo-artrose:

- ✓ Fatores que Influenciam na Consolidação das Fraturas:
 - Fator Biológico: Aporte Sangüíneo no foco de fratura
 - Fatores Mecânicos: Mobilidade no foco de fratura

- ✓ Classificação das Pseudo-artroses:
 - **Hipertrófica:**
 - Fator Biológica Positivo: Aporte Sangüíneo Excelente
 - Fator Mecânico Negativo: Mobilidade no foco de fratura
 - **Normotrófica:**
 - Fator Biológico Relativo: Aporte Sangüíneo Bom
 - Fator Mecânico Negativo: Mobilidade no foco de fratura
 - **Atrófica:**
 - Fator Biológico Negativo: Aporte Sangüíneo Insuficiente
 - Fator Mecânico Negativo: Mobilidade no foco de fratura

Consolidação Óssea

Complicações no Processo de Consolidação da Fratura:

-Consolidação Anormal das Fraturas-

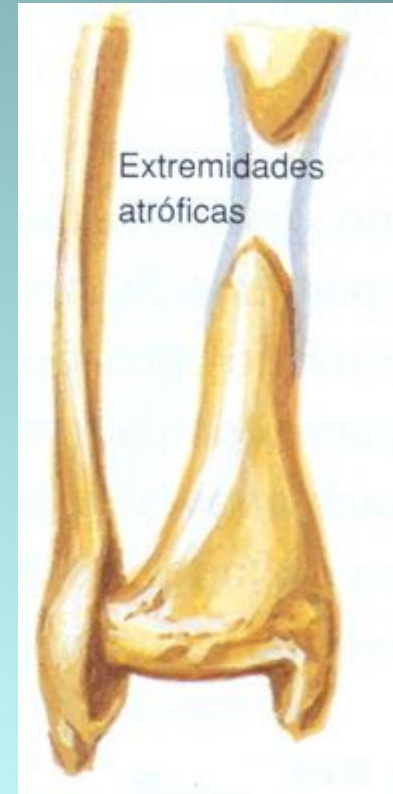
➤ Pseudo-artrose:



Hipertrófica
“Pata de Elefante”



Normotrófica
“Pata de Cavalo”



Atrófica
“Ponta de Lápis”

Consolidação Óssea

Complicações no Processo de Consolidação da Fratura:

-Consolidação Anormal das Fraturas-

➤ Pseudo-artrose:



Consolidação Óssea

Complicações no Processo de Consolidação da Fratura:

-Consolidação Anormal das Fraturas-

➤ Pseudo-artrose:



Consolidação Óssea

Complicações no Processo de Consolidação da Fratura:

-Consolidação Anormal das Fraturas-

➤ Pseudo-artrose Infectada:



Consolidação Óssea

Complicações no Processo de Consolidação da Fratura:

-Consolidação Anormal das Fraturas-

➤ Pseudo-artrose Infectada:



Consolidação Óssea

Complicações no Processo de Consolidação da Fratura:

-Consolidação Anormal das Fraturas-

➤ Pseudo-artrose Infectada:

