

Edição III

Clínica Médica & Cirurgia

Capítulo 29

CIRURGIA ORTOPÉDICA NO TRAUMA: FRATURAS, IMOBILIZAÇÕES E FIXAÇÕES

KAROLINE FIN RODRIGUES¹

¹Médica graduada pela Universidade Feevale, Novo Hamburgo, RS, Brasil.

Palavras-chave: Fraturas; Consolidação Óssea; Fixação Ortopédica.

INTRODUÇÃO

O trauma constitui uma das principais causas de morte, incapacidade funcional e perda de produtividade, particularmente entre adultos jovens. Além dos óbitos, acidentes de trânsito, quedas, acidentes ocupacionais, práticas esportivas e episódios de violência produzem expressivo número de lesões não fatais, frequentemente acompanhadas de sequelas prolongadas e elevados custos assistenciais. O atendimento sistematizado, desde a estabilização inicial até o tratamento definitivo, reduz a morbimortalidade e favorece a preservação funcional do paciente (VELASCO *et al.*, 2020).

As lesões musculoesqueléticas ocupam posição relevante nos serviços de urgência e emergência. Estima-se que aproximadamente 30 a 40% das ocorrências de um pronto-socorro geral sejam relacionadas à ortopedia, incluindo traumas, fraturas, luxações, entorses e outras afecções do aparelho locomotor. Essas condições podem provocar dor, deformidade, limitação dos movimentos, afastamento do trabalho e incapacidade permanente, com repercussões individuais, familiares, sociais e econômicas (VOLPON, 2011).

As fraturas representam uma das manifestações mais frequentes do trauma ortopédico. Sua gravidade varia conforme a energia envolvida, o padrão do traço, o segmento acometido, a integridade das partes moles e a presença de lesões vasculares, nervosas ou articulares. Embora algumas possam ser conduzidas com redução fechada e imobilização, outras demandam intervenção cirúrgica para restaurar o alinhamento, manter a estabilidade e permitir recuperação funcional precoce.

O reconhecimento inicial deve considerar não apenas a interrupção da continuidade óssea, mas também o comprometimento do membro como um todo. Lesões aparentemente simples

podem evoluir com perda da redução, sofrimento cutâneo, síndrome compartimental, infecção ou alterações neurovasculares. Por outro lado, procedimentos excessivamente invasivos podem comprometer a vascularização e prejudicar a cicatrização. A escolha entre tratamento conservador e cirúrgico depende, portanto, do equilíbrio entre estabilidade mecânica, preservação biológica e necessidades funcionais do paciente. A compreensão da consolidação óssea constitui a base para essa tomada de decisão. O comportamento biológico da fratura, associado ao ambiente mecânico criado pela imobilização ou pela osteossíntese, determina se o reparo ocorrerá de maneira satisfatória ou evoluirá com retardo, pseudoartrose ou deformidade. Esses princípios orientam a interpretação dos diferentes padrões de fratura e a seleção racional dos métodos de estabilização.

Princípios da consolidação das fraturas

A consolidação óssea é o processo de regeneração pelo qual o osso fraturado recupera sua continuidade estrutural e capacidade de suportar cargas. Diferentemente de muitos tecidos, cuja cicatrização resulta predominantemente em tecido fibroso, o osso apresenta potencial para reconstruir tecido semelhante ao original. Esse fenômeno depende da interação entre células inflamatórias, células osteoprogenitoras, vasos sanguíneos, matriz extracelular e estímulos mecânicos (**Figura 29.1**).

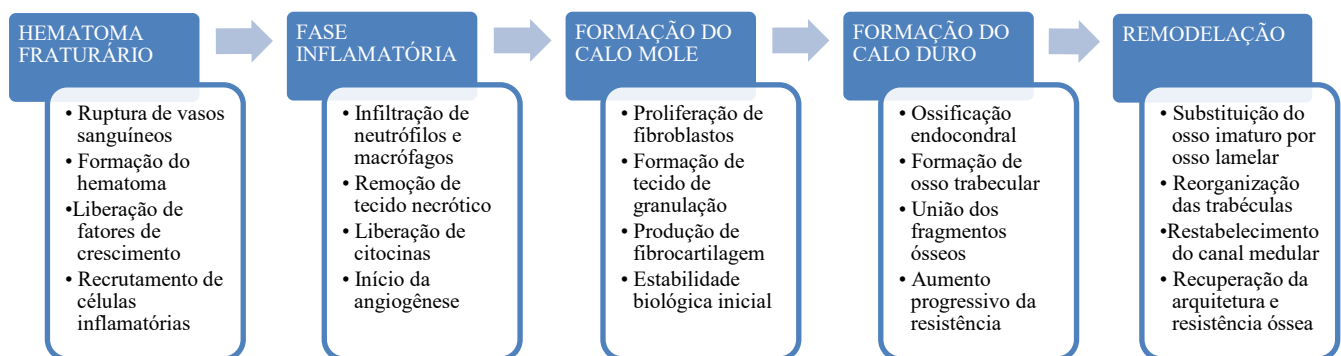
Embora seja dividida didaticamente em fases, a consolidação ocorre de forma contínua e parcialmente sobreposta. A primeira etapa é a fase inflamatória, iniciada imediatamente após a fratura. A ruptura dos vasos provoca sangramento e formação do hematoma fraturário, no qual se acumulam mediadores inflamatórios, plaquetas, células de defesa e fatores de crescimento. A remoção dos tecidos desvitalizados e

o início da angiogênese preparam o ambiente para a regeneração.

Na fase reparativa, células mesenquimais diferenciam-se em fibroblastos, condrócitos e osteoblastos. Inicialmente forma-se o calo mole, composto por tecido fibroso e cartilaginoso, que reduz gradualmente a mobilidade entre os fragmentos. Com o restabelecimento da vascularização, esse tecido sofre mineralização e ossificação, originando o calo duro. A continuidade óssea torna-se progressivamente mais resistente, embora ainda não apresente a organização estrutural do osso maduro.

A fase de remodelação pode prolongar-se por meses ou anos. O osso imaturo é substituído por osso lamelar, e a arquitetura óssea é reorganizada conforme as solicitações mecânicas. Durante esse período, o calo excedente é reabsorvido e o canal medular pode ser parcialmente restabelecido. A remodelação é particularmente expressiva nas crianças, embora não seja capaz de corrigir adequadamente todas as deformidades, sobretudo desvios rotacionais ou articulares.

Figura 29.1 Fluxograma esquemático das fases da consolidação óssea, desde a formação do hematoma até a remodelação final do osso



Consolidação primária e secundária

A consolidação pode ocorrer por mecanismo primário ou secundário, conforme o grau de estabilidade existente no foco.

A consolidação primária, também denominada direta, ocorre quando há redução anatômica e estabilidade absoluta, com movimento interfragmentário praticamente inexistente. Nessas condições, unidades de remodelação atravessam diretamente a linha de fratura, produzindo reconstrução cortical sem formação evidente de calo periférico. Esse mecanismo é desejável em fraturas articulares e em alguns padrões simples tratados com compressão interfragmentária.

A consolidação secundária, ou indireta, ocorre na presença de estabilidade relativa. Pequenos movimentos controlados estimulam a formação de calo e a ossificação progressiva. Esse é o mecanismo observado na maioria das fraturas tratadas com gesso, hastes intramedulares, placas em ponte ou fixadores externos.

A Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia (2011) relaciona o princípio da compressão à estabilidade absoluta e à consolidação direta, enquanto os métodos que funcionam como tutores produzem estabilidade relativa e consolidação com formação de calo. A presença de movimento não significa obrigatoriamente instabilidade prejudicial. Na consolidação secundária, determinada mobilidade é necessária para estimular o reparo. Entretanto,

movimentos excessivos impedem a mineralização adequada e favorecem a permanência de tecido fibroso, aumentando o risco de falha da consolidação.

Fatores biológicos e vascularização

A preservação do suprimento sanguíneo é um dos principais determinantes da consolidação. O osso recebe irrigação de vasos nutriciais, periosteais, metafisários e epifisários. O trauma pode lesar essas fontes vasculares, particularmente em fraturas cominutivas, segmentares ou expostas. As partes moles que circundam o foco também possuem grande importância biológica. Músculos, periósteo e tecidos subcutâneos contribuem para a vascularização e fornecem células envolvidas no reparo. Extensas disseções cirúrgicas, descolamento periosteal e manipulação excessiva de fragmentos podem agravar a desvitalização produzida pelo trauma.

Os princípios modernos de osteossíntese valorizam a execução de técnicas atraumáticas, com preservação dos tecidos perifraturários e redução da manipulação do foco. Essa conduta diminui complicações como infecção, deiscência, retardo de consolidação e pseudoartrose (SOCIEDADE BRASILEIRA DE ORTOPEDIA E TRAUMATOLOGIA, 2011).

Além das condições locais, fatores sistêmicos podem interferir na regeneração. Idade avançada, tabagismo, desnutrição, diabetes mellitus, anemia, doença vascular, infecção, uso prolongado de corticosteroides e baixa qualidade óssea podem retardar o processo. A influência de cada fator varia conforme sua intensidade e a associação com instabilidade ou perda do suprimento sanguíneo.

Fatores mecânicos e estabilidade

O ambiente mecânico precisa ser compatível com o padrão de fratura e o tipo de consolidação desejado. A estabilidade absoluta impede

a movimentação no foco e é obtida principalmente por compressão entre os fragmentos. Está indicada quando a reconstrução anatômica é essencial, como nas fraturas articulares, nas quais irregularidades residuais podem alterar a distribuição de cargas e favorecer osteoartrose pós-traumática.

A estabilidade relativa preserva certa elasticidade no sistema e favorece a formação de calo. É indicada especialmente em fraturas diafisárias e cominutivas, nas quais a tentativa de reconstrução anatômica de todos os fragmentos demandaria ampla exposição e produziria maior agressão biológica. A escolha não deve ser feita apenas com base no implante. Uma placa pode produzir estabilidade absoluta quando utilizada para compressão ou estabilidade relativa quando aplicada em ponte. Da mesma forma, o resultado depende do padrão da fratura, da técnica empregada, da qualidade óssea e da montagem escolhida.

Os princípios clássicos da osteossíntese incluem redução adequada, fixação estável, preservação do suprimento sanguíneo e mobilização precoce. A redução anatômica é prioritária nas superfícies articulares; nas fraturas não articulares, frequentemente é suficiente restaurar comprimento, rotação e alinhamento, evitando exposição desnecessária dos fragmentos (SOCIEDADE BRASILEIRA DE ORTOPEDIA E TRAUMATOLOGIA, 2011).

Alterações da consolidação

O retardo de consolidação caracteriza-se pela evolução mais lenta que a esperada, mas com manutenção do potencial biológico de reparo. Pode estar relacionado à vascularização insuficiente, infecção, perda óssea, imobilização inadequada ou excesso de movimento.

A pseudoartrose corresponde à falha persistente da união óssea. Na forma hipertrófica, ob-

serva-se atividade biológica preservada e formação de calo, porém a estabilidade mecânica é insuficiente. Na pseudoartrose atrófica, predominam baixa vascularização, pouca atividade osteogênica e reduzida formação de calo. O tratamento deve corrigir a causa predominante, mediante aumento da estabilidade, estímulo biológico ou associação dessas medidas.

A consolidação viciosa ocorre quando a fratura se une em posição inadequada, com angulação, rotação, translação ou encurtamento. As repercussões dependem do segmento afetado e da magnitude do desvio. Deformidades articulares e rotacionais são geralmente menos toleradas, podendo causar limitação dos movimentos, alteração da marcha, sobrecarga articular e degeneração precoce.

O conhecimento desses mecanismos permite definir o tratamento com maior precisão. Fraturas estáveis, bem alinhadas e com condições biológicas favoráveis podem ser conduzidas conservadoramente. Em contraste, instabilidade, perda da redução, incongruência articular, lesão de partes moles ou comprometimento neurovascular podem justificar estabilização cirúrgica. A finalidade não é apenas obter uma imagem radiográfica satisfatória, mas proporcionar condições para consolidação, mobilização segura e recuperação funcional.

Fraturas

As fraturas correspondem à interrupção da continuidade do tecido ósseo decorrente da aplicação de forças superiores à capacidade de resistência do osso. Embora sejam geralmente associadas aos traumatismos, também podem ocorrer em ossos fragilizados por osteoporose, doenças metabólicas, infecções ou neoplasias. Na prática clínica, a fratura deve ser compreendida como uma lesão do sistema musculoesquelético como um todo, frequentemente acompanhada de comprometimento das partes moles,

músculos, tendões, vasos e nervos, fatores que influenciam diretamente o tratamento e o prognóstico (HEBERT *et al.*, 2017).

O mecanismo do trauma fornece informações importantes sobre a gravidade da lesão e auxilia na suspeita de danos associados. Nos traumatismos diretos, a força é aplicada sobre o próprio local da fratura, produzindo frequentemente lesões extensas das partes moles e maior grau de cominuição. Já os mecanismos indiretos resultam da transmissão das forças ao longo do membro, produzindo fraturas distantes do ponto de impacto, como ocorre nas quedas sobre a mão espalmada ou nos movimentos rotacionais dos membros.

Do o ponto de vista da energia envolvida, as fraturas podem resultar de traumas de baixa ou alta energia. Os traumatismos de baixa energia predominam em idosos e pacientes com fragilidade óssea, sendo comuns as fraturas do colo do fêmur, rádio distal e vértebras após quedas da própria altura. Em contraste, acidentes automobilísticos, quedas de grande altura e esmagamentos produzem traumatismos de alta energia, frequentemente associados a fraturas cominutivas, lesões vasculares, síndrome compartimental e politraumatismo. Nessas situações, o tratamento ortopédico deve ser integrado aos princípios gerais do atendimento ao trauma, priorizando inicialmente a estabilização clínica do paciente (VELASCO *et al.*, 2020). As fraturas podem ser classificadas segundo diferentes critérios. Quanto à integridade da pele, dividem-se em fechadas e abertas. Nas fraturas fechadas não existe comunicação entre o foco de fratura e o meio externo. Já as fraturas abertas apresentam solução de continuidade da pele com comunicação entre a lesão e o ambiente, aumentando significativamente o risco de contaminação e infecção. Nesses casos, o tratamento deve incluir antibioticoterapia precoce, profilaxia anti-

tetânica, desbridamento cirúrgico e estabilização adequada. A classificação de Gustilo e Anderson permanece a mais empregada para graduar essas lesões e orientar a conduta terapêutica (HEBERT *et al.*, 2017).

Outra classificação importante considera a extensão da interrupção óssea. As fraturas completas comprometem toda a espessura do osso, enquanto as incompletas preservam parte da cortical, sendo mais frequentes em crianças devido à maior elasticidade do tecido ósseo. Entre estas destacam-se as fraturas em galho verde e as deformidades plásticas.

O padrão do traço também fornece informações sobre o mecanismo da lesão. Fraturas transversas costumam resultar de forças de flexão ou impacto direto; fraturas oblíquas estão relacionadas à associação de compressão e flexão; fraturas espiraladas decorrem de mecanismos rotacionais; e fraturas cominutivas apresentam múltiplos fragmentos, sendo típicas dos traumatismos de alta energia. Além do traço, deve-se avaliar a presença de angulação, translação, encurtamento e desvios rotacionais, alterações que influenciam diretamente a escolha do tratamento. A **Figura 29.2** ilustra os principais padrões de fraturas do antebraço, incluindo fraturas em galho verde, deformidade plástica, fraturas incompletas e completas, além das lesões de Monteggia e Galeazzi.

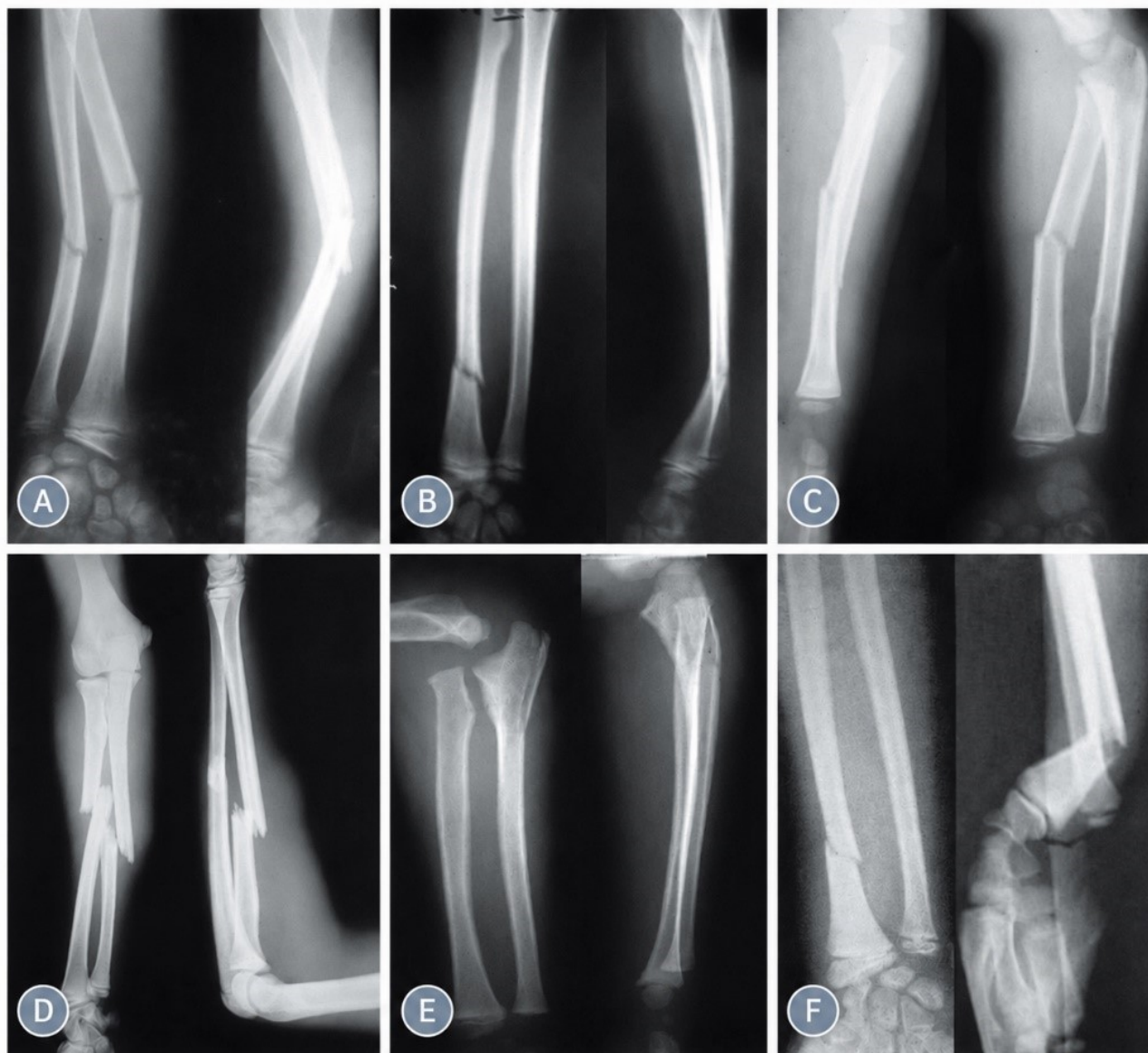
As fraturas articulares merecem atenção especial, pois comprometem a superfície de contato entre os ossos. Pequenos desvios residuais podem alterar a distribuição das cargas e favorecer o desenvolvimento de osteoartrose pós-traumática. Por esse motivo, essas lesões frequentemente requerem redução anatômica e estabilidade absoluta, conforme os princípios modernos da osteossíntese (SOCIEDADE BRASILEIRA DE ORTOPEDIA E TRAUMATOLOGIA, 2011).

O diagnóstico inicia-se com história clínica detalhada, incluindo mecanismo do trauma, energia envolvida e sintomas apresentados pelo paciente. Ao exame físico, os principais sinais são dor localizada, edema, deformidade, crepitação, mobilidade anormal e impotência funcional. Entretanto, a avaliação não deve restringir-se ao foco da fratura, sendo indispensável examinar todo o membro acometido e, nos pacientes politraumatizados, seguir rigorosamente a sequência do atendimento sistematizado ao trauma. A avaliação neurovascular deve ser realizada antes e após qualquer manobra de redução ou imobilização. Devem ser examinados pulsos periféricos, enchimento capilar, temperatura da extremidade, sensibilidade e função motora dos principais nervos. O registro dessas informações permite identificar precocemente lesões arteriais ou nervosas e constitui importante parâmetro para comparação durante o acompanhamento.

A radiografia simples permanece como exame inicial de escolha, devendo incluir incidências ortogonais e, sempre que possível, as articulações proximal e distal ao foco da fratura. A tomografia computadorizada é especialmente útil em fraturas articulares e padrões complexos, auxiliando no planejamento cirúrgico, enquanto a ressonância magnética apresenta maior importância na investigação de fraturas ocultas e lesões ligamentares associadas.

As complicações iniciais incluem hemorragias, lesões vasculares, lesões nervosas, síndrome compartimental, infecção nas fraturas expostas e embolia gordurosa. O reconhecimento precoce dessas condições é fundamental para reduzir sequelas e preservar a função do membro.

Figura 29.2 Exemplos radiográficos de diferentes padrões de fraturas do antebraço



A Galho verde. **B** Deformidade plástica. **C** Fratura incompleta. **D** Fratura completa. **E** Fratura de Monteggia. **F** Fratura de Galeazzi.

Fonte: Adaptado de HEBERT, S. K. *et al.* 2017.

Imobilizações

A imobilização constitui uma das medidas mais importantes no tratamento das fraturas, tanto no atendimento inicial quanto durante o tratamento definitivo. Seu principal objetivo é estabilizar os fragmentos ósseos, reduzindo a dor, prevenindo novos deslocamentos e protegendo músculos, vasos, nervos e demais tecidos

adjacentes. Além disso, cria condições biomecânicas favoráveis à consolidação óssea, podendo ser utilizada isoladamente ou como complemento da fixação cirúrgica (SOCIEDADE BRASILEIRA DE ORTOPEDIA E TRAUMATOLOGIA, 2010).

No atendimento inicial, a estabilização provisória diminui a movimentação dos fragmentos, facilita o transporte do paciente, reduz o

sangramento local e minimiza a progressão das lesões das partes moles. Nos pacientes politraumatizados, essa medida integra os princípios do controle de danos em ortopedia, permitindo que o tratamento definitivo seja realizado após estabilização clínica.

Os principais métodos de imobilização são as talas, os aparelhos gessados e as órteses. As talas são preferidas nas fases iniciais do trauma por não envolverem completamente o membro, permitindo acomodação do edema e reduzindo o risco de compressão. Podem ser confeccionadas com gesso ou materiais sintéticos e são amplamente utilizadas após reduções fechadas, no transporte e no período pré-operatório.

Os aparelhos gessados promovem imobilização circunferencial e oferecem maior controle dos movimentos dos fragmentos. Constituem tratamento definitivo para diversas fraturas estáveis ou reduzidas satisfatoriamente, porém devem ser aplicados com cautela durante a fase aguda devido ao risco de aumento da pressão sobre os tecidos em decorrência do edema. Por essa razão, frequentemente opta-se inicialmente pela tala gessada, convertendo-a em gesso circular após regressão do edema.

As órteses representam alternativa removível e ajustável, sendo especialmente úteis nas fases de reabilitação ou em determinadas fraturas estáveis. Sua principal vantagem é permitir ajustes conforme a redução do edema e da atrofia muscular, além de facilitar a higiene e a inspeção da pele. Entretanto, sua eficácia depende da adesão do paciente ao tratamento.

A escolha do método de imobilização deve considerar o padrão da fratura e seu grau de estabilidade. Fraturas incompletas ou sem desvio geralmente podem ser tratadas apenas com imobilização. Já fraturas instáveis, articulares desviadas ou associadas a importante lesão das partes moles frequentemente necessitam apenas de

estabilização provisória antes da fixação cirúrgica. Independentemente do método utilizado, alguns cuidados são indispensáveis. A avaliação neurovascular deve ser repetida após a aplicação da imobilização, e o paciente deve ser orientado quanto aos sinais de alerta, como dor progressiva, parestesias, aumento importante do edema, dificuldade para movimentar os dedos ou alteração da coloração da extremidade. Nessas situações, torna-se necessária reavaliação imediata.

As complicações da imobilização incluem rigidez articular, atrofia muscular, lesões cutâneas, compressões nervosas, perda da redução e consolidação viciosa. Entre elas, a síndrome compartimental destaca-se como a mais grave. Dor intensa e desproporcional ao trauma, especialmente durante a mobilização passiva da musculatura, constitui o principal sinal clínico precoce. A presença de pulso distal não exclui o diagnóstico, razão pela qual a suspeita clínica deve sempre prevalecer. Curativos ou aparelhos gessados constritivos devem ser imediatamente afrouxados ou removidos, sendo a fasciotomia o tratamento definitivo quando a síndrome compartimental é confirmada (HEBERT *et al.*, 2017). Assim, a imobilização não deve ser compreendida apenas como uma forma de restringir movimentos, mas como parte fundamental do tratamento das fraturas. Quando corretamente indicada e monitorada, reduz complicações, favorece a consolidação óssea e prepara o paciente para a recuperação funcional.

Fixações

A fixação das fraturas compreende os métodos utilizados para manter os fragmentos ósseos em posição adequada até a consolidação. Seu objetivo é proporcionar estabilidade suficiente para favorecer a regeneração óssea, preservar a função do membro e permitir mobilização

precoce sempre que possível. A escolha do método não depende apenas do tipo de implante, mas principalmente das características da fratura, das condições biológicas locais, do comprometimento das partes moles e das necessidades funcionais do paciente.

De forma geral, o tratamento das fraturas pode ser conservador ou cirúrgico. O tratamento conservador baseia-se na redução fechada, quando necessária, seguida de imobilização com talas, aparelhos gessados ou órteses. É indicado principalmente para fraturas estáveis, sem desvio significativo ou passíveis de redução e manutenção satisfatória por métodos externos. Entre suas vantagens destacam-se a preservação do hematoma fraturário, menor agressão aos tecidos e ausência dos riscos inerentes ao procedimento cirúrgico. Entretanto, fraturas instáveis apresentam maior risco de perda da redução, consolidação viciosa, pseudoartrose e rigidez decorrente da imobilização prolongada.

O tratamento cirúrgico está indicado quando não é possível obter ou manter alinhamento adequado por métodos conservadores ou quando a própria natureza da lesão exige estabilização interna. Fraturas articulares desviadas, fraturas expostas, lesões associadas a comprometimento vascular, fraturas instáveis, múltiplas fraturas e determinadas situações do politraumatizado representam indicações frequentes de osteossíntese. A cirurgia também pode permitir mobilização precoce e facilitar a reabilitação, reduzindo complicações relacionadas ao repouso prolongado.

A decisão terapêutica deve considerar diversos fatores, como idade, qualidade óssea, padrão da fratura, estado das partes moles, comorbidades, demanda funcional do paciente e experiência da equipe. Dessa forma, não existe um implante ideal para todas as situações; a escolha deve ser individualizada e fundamentada nos

princípios biológicos e biomecânicos da consolidação.

Um dos conceitos fundamentais da traumatologia moderna é a distinção entre estabilidade absoluta e estabilidade relativa. A estabilidade absoluta elimina praticamente toda movimentação entre os fragmentos e favorece a consolidação primária, sem formação significativa de calo ósseo. É indicada principalmente nas fraturas articulares e em algumas fraturas simples, nas quais a restauração anatômica é indispensável. Já a estabilidade relativa admite pequenos movimentos controlados no foco da fratura, estimulando a formação de calo e a consolidação secundária. Esse princípio é preferido nas fraturas diafisárias cominutivas e de alta energia, nas quais a preservação da vascularização apresenta maior importância que a reconstrução anatômica de todos os fragmentos (SOCIEDADE BRASILEIRA DE ORTOPEDIA E TRAUMATOLOGIA, 2011).

Entre os métodos de fixação interna, os parafusos podem ser utilizados isoladamente ou associados às placas. Quando empregados como parafusos de tração, promovem compressão interfragmentária e estabilidade absoluta, sendo especialmente úteis em fraturas oblíquas, espiraladas e articulares. Sua eficácia depende da obtenção de redução anatômica e da correta técnica de inserção (SOCIEDADE BRASILEIRA DE ORTOPEDIA E TRAUMATOLOGIA, 2011).

As placas apresentam diferentes funções biomecânicas. Podem atuar promovendo compressão entre os fragmentos ou funcionar como placas em ponte, preservando a biologia local nas fraturas cominutivas. Essa versatilidade demonstra que um mesmo implante pode ser utilizado para produzir estabilidade absoluta ou relativa, dependendo da técnica empregada. A utilização em ponte reduz a manipulação dos

fragmentos intermediários e preserva a vascularização periosteal, favorecendo a consolidação secundária.

As hastes intramedulares são amplamente utilizadas nas fraturas diafisárias dos ossos longos. Introduzidas no canal medular, posicionam-se próximas ao eixo mecânico do osso, proporcionando boa resistência às cargas e preservando relativamente as partes moles. Geralmente promovem estabilidade relativa, permitindo consolidação por formação de calo e mobilização precoce do paciente.

Os fios de Kirschner constituem método simples e minimamente invasivo, frequentemente empregado em fraturas da mão, punho, pé e em diversas lesões pediátricas. Também podem ser utilizados em associação com bandas de tensão ou outros implantes. Apesar da facilidade de aplicação, oferecem menor controle da estabilidade e frequentemente necessitam de imobilização complementar.

A fixação externa consiste na utilização de pinos ou fios introduzidos no osso e conectados externamente por barras ou estruturas metálicas. Seu principal benefício é estabilizar a fratura com mínima agressão ao foco, preservando o acesso às partes moles. Por esse motivo, é amplamente indicada nas fraturas expostas graves, lesões extensas de partes moles, perdas ósseas segmentares, politraumatizados e estratégias de controle de danos. Em determinadas situações, o fixador externo pode representar apenas uma etapa temporária antes da conversão para fixação interna; em outras, constitui o tratamento definitivo (SOCIEDADE BRASILEIRA DE ORTOPEDIA E TRAUMATOLOGIA, 2010).

A escolha do método de fixação deve respeitar o padrão da fratura. Fraturas articulares geralmente requerem redução anatômica e compressão interfragmentária; fraturas diafisárias simples podem ser tratadas com placas ou hastes; já fraturas cominutivas beneficiam-se de

técnicas de estabilidade relativa, como placas em ponte, hastes intramedulares ou fixadores externos. Dessa forma, o implante é apenas um instrumento para alcançar o ambiente mecânico necessário à consolidação, e não o objetivo do tratamento. A **Tabela 29.1** apresenta uma comparação entre os principais métodos de fixação empregados no tratamento das fraturas, destacando seus princípios biomecânicos, indicações clínicas, vantagens e limitações.

Síntese integradora

O tratamento das fraturas fundamenta-se na integração entre os princípios biológicos da consolidação e os conceitos biomecânicos da estabilização. A compreensão do mecanismo do trauma, do padrão da fratura e das condições das partes moles permite selecionar o método terapêutico mais adequado, sempre com o objetivo de restaurar a função do membro e reduzir complicações.

A consolidação óssea depende da preservação da vascularização e de um ambiente mecânico compatível com o tipo de reparo desejado. Nesse contexto, a imobilização representa etapa essencial tanto no atendimento inicial quanto em muitos tratamentos definitivos, enquanto os diferentes métodos de fixação possibilitam adaptar a estabilidade às características específicas de cada fratura.

Não existe um único tratamento ideal para todas as situações. A decisão entre tratamento conservador e cirúrgico deve ser individualizada, considerando o paciente, o padrão da lesão e os recursos disponíveis. Mais do que promover a união óssea, o manejo moderno das fraturas busca restabelecer o alinhamento, preservar a biologia local, minimizar complicações e permitir retorno funcional precoce, princípios que norteiam a prática contemporânea da cirurgia ortopédica no trauma.

Tabela 29.1 Comparação entre os principais métodos de fixação utilizados no tratamento das fraturas

MÉTODO DE FIXAÇÃO	PRINCÍPIO BIOMECÂNICO PREDOMINANTE	PRINCIPAIS INDICAÇÕES	VANTAGENS	LIMITAÇÕES
Placa e parafusos	Estabilidade absoluta (compressão interfragmentária) ou relativa (placa em ponte), conforme a técnica empregada.	Fraturas articulares; fraturas diafisárias simples; fraturas metafisárias; osteotomias; fraturas que exigem redução anatômica.	Permite excelente restauração anatômica, alta estabilidade, mobilização precoce e controle preciso do alinhamento.	Maior dissecação dos tecidos moles, maior agressão periosteal e risco de infecção ou falha do implante quando mal indicada.
Haste intramedular	Estabilidade relativa, favorecendo consolidação secundária com formação de calo ósseo.	Fraturas diafisárias do fêmur, tíbia e úmero, especialmente em traumatismos de alta energia e pacientes politraumatizados.	Preserva a vascularização periosteal, suporta cargas axiais, permite deambulação precoce e apresenta menor agressão às partes moles.	Menor controle das fraturas muito proximais ou distais, possibilidade de desalinhamento rotacional e necessidade de radioscopia intraoperatória.
Fios de Kirschner (K-wires)	Estabilidade relativa ou complementar, geralmente associada à imobilização externa.	Complementar, geralmente associada à imobilização externa. Fraturas da mão, punho, pé, lesões pediátricas, pequenas fraturas articulares e fixação temporária durante procedimentos cirúrgicos.	Técnica simples, minimamente invasiva, baixo custo e fácil remoção.	Menor estabilidade mecânica, necessidade frequente de imobilização complementar e risco de migração ou infecção do trajeto do fio.
Fixador externo	Estabilidade relativa, preservando o foco da fratura e as partes moles.	Fraturas expostas, lesões extensas de partes moles, politraumatizados (controle de danos), perdas ósseas segmentares, pseudoartroses e alongamento ósseo.	Aplicação rápida, mínima manipulação do foco da fratura, acesso facilitado às partes moles e possibilidade de uso temporário ou definitivo.	Desconforto para o paciente, necessidade de cuidados com os pinos, risco de infecção dos trajetos e menor aceitação estética.

Fonte: Adaptado de SOCIEDADE BRASILEIRA DE ORTOPEDIA E TRAUMATOLOGIA. Manual de Trauma Ortopédico (2011) e SOCIEDADE BRASILEIRA DE ORTOPEDIA E TRAUMATOLOGIA. Manual Básico de Ortopedia (2010).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HEBERT, S.K. *et al.* (org.). Ortopedia e traumatologia: princípios e prática. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ORTOPEDIA E TRAUMATOLOGIA (SBOT). Manual básico de ortopedia. Coordenação: Maria Isabel Pozzi Guerra, Rogério Fuchs e Comissão de Educação Continuada (CEC). São Paulo: SBOT, 2010.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ORTOPEDIA E TRAUMATOLOGIA (SBOT). Manual de trauma ortopédico. Coordenação: Sandro Silva Reginaldo, Múcio Vaz de Almeida, Alexandre Fogaça Tristante e Marisa Isabel Pozzi Guerra. São Paulo: SBOT, 2011.

VELASCO, I.T. *et al.* Medicina de emergência: abordagem prática. 14. ed. rev., atual. e ampl. Barueri, SP: Manole, 2020.

VOLPON, José Batista. Texto básico de ortopedia e traumatologia para o acadêmico: apostila de graduação. Atualização 2011. Ribeirão Preto: Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2011. Material didático.