

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO VIII

Capítulo 16

PRINCÍPIOS DO TRATAMENTO CONSERVADOR E CIRÚRGICO DE FRATURAS

FABIANE BOITA MILANI¹
CARLOS ROBERTO VIEGAS PACHECO¹
LARISSA MORAIS SILVA¹
SHANTEL MOLIN¹
NATÁLIA DAUDT EICKSTAEDT ROCHA¹
EDUARDO DA SILVA¹

GUILHERME BOEIRA SOARES¹
IZADORA HELLFELDT FÜRST¹
DAVID COHEN¹
LUCAS LOCATELLI MENEGAZ¹
VICTORIA SOFIA SCHABBACH HENN¹
GUILHERME STAHLHÖFER JOST¹
VINICIUS DALLOSTO DA SILVA¹

¹Discente - Medicina na Universidade Luterana do Brasil

Palavras-chave: Tratamento Cirúrgico; Tratamento Convencional; Fraturas

DOI

10.59290/6208401410

EDITORIA
P PASTEUR

INTRODUÇÃO

As fraturas ósseas representam uma das condições mais frequentes nos serviços de urgência e emergência em todo o mundo, sendo responsáveis por significativa morbidade, impacto funcional e custos à saúde pública. O manejo adequado das fraturas é essencial para restaurar a anatomia, recuperar a função e minimizar complicações, sendo tradicionalmente dividido em duas abordagens principais: o tratamento conservador e o tratamento cirúrgico (SKOU *et al.*, 2020).

Historicamente, o tratamento conservador - baseado em métodos como imobilização com gesso, tração e repouso funcional - foi a abordagem predominante, especialmente em fraturas estáveis ou em populações vulneráveis, como idosos e pacientes com múltiplas comorbidades. Com o avanço da ortopedia e da tecnologia cirúrgica, a fixação interna tornou-se cada vez mais comum, com o objetivo de proporcionar reabilitação precoce, melhor alinhamento anatômico e retorno funcional mais rápido. No entanto, a escolha entre uma e outra abordagem não é simples e deve ser pautada por critérios clínicos rigorosos, tipo e localização da fratura, perfil do paciente, além de evidências científicas atualizadas (SKOU *et al.*, 2020; ZHAO *et al.*, 2020).

Estudos recentes têm questionado o real benefício da intervenção cirúrgica em determinadas fraturas. Uma revisão sistemática conduzida por Skou *et al.* (2020), incluindo mais de 60 ensaios clínicos randomizados, demonstrou que, para a maioria dos tipos de fratura, como clavícula, costelas, úmero e metacarpos, a diferença entre as abordagens cirúrgica e conservadora em relação à funcionalidade e dor foi mínima ou inexistente. Por outro lado, fraturas complexas ou articulares, como as do rádio distal com desvio ou do calcâneo intra-articular,

parecem se beneficiar mais da cirurgia, embora com aumento no risco de complicações, como infecção e reoperações (SKOU *et al.*, 2020; CHEN *et al.*, 2021).

Em idosos com fraturas distais do rádio, por exemplo, a cirurgia pode proporcionar ganho funcional modesto, mas tais ganhos raramente superam o limiar clínico mínimo para justificar os riscos do procedimento (GARCIA *et al.*, 2022). Em fraturas da diáfise do úmero, a fixação cirúrgica demonstrou menor taxa de não união e reabordagem, mantendo resultados funcionais semelhantes ao tratamento conservador (ZHAO *et al.*, 2020). Já em quadros mais graves, como fraturas instáveis de costela (*flail chest*), a estabilização cirúrgica pode reduzir a mortalidade em até 47%, sobretudo em pacientes com idade avançada e complicações respiratórias associadas (LIN *et al.*, 2025).

Portanto, compreender os princípios que norteiam o tratamento conservador e cirúrgico de fraturas é essencial não apenas para a tomada de decisão clínica, mas também para oferecer uma conduta individualizada, segura e baseada em evidências. Este capítulo abordará as indicações, fundamentos biomecânicos, vantagens, limitações e critérios de escolha entre as duas modalidades de tratamento, discutindo as principais fraturas em que essa decisão terapêutica é crítica. A análise será guiada pelas mais recentes revisões sistemáticas e recomendações científicas, com foco na prática clínica atual (SKOU *et al.*, 2020; CHEN *et al.*, 2021; ZHAO *et al.*, 2020; LIN *et al.*, 2025).

MÉTODO

Trata-se de uma revisão de literatura de caráter narrativo, realizada no mês de julho de 2025, com o objetivo de identificar, analisar e sintetizar evidências científicas recentes sobre o manejo conservador e cirúrgico de fraturas

ósseas, bem como seus fundamentos biomecânicos e implicações na reabilitação. As buscas foram conduzidas nas bases de dados PubMed, SciELO e *UpToDate*, utilizando combinações de descritores e palavras-chave nos idiomas português, inglês e espanhol, incluindo: “Manejo de Fratura”, “Tratamento Conservador de Fraturas”, “Tratamento Cirúrgico de Fraturas” e “Reabilitação de Fraturas”. Foram inicialmente identificados 40 artigos, os quais passaram por triagem segundo critérios de inclusão: publicações entre 2018 e 2025, disponibilidade gratuita na íntegra e pertinência direta à temática proposta. Foram excluídos artigos duplicados, disponibilizados apenas como resumo, estudos que não abordavam especificamente o tema ou que não atendiam aos demais critérios de inclusão. Após essa etapa, permaneceram 20 artigos, submetidos à leitura e análise minuciosa. A extração de dados contemplou informações sobre indicações, fundamentos biomecânicos, resultados clínicos e aspectos de reabilitação. As evidências foram organizadas de forma descritiva e categorizadas por temas centrais, possibilitando a comparação entre abordagens terapêuticas e a discussão crítica à luz da literatura atual.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Consolidação Óssea e Fundamentos Biomecânicos

O processo de consolidação óssea de fraturas é um mecanismo biológico complexo e multifatorial, no qual muitos fatores atuam de forma coordenada para a restauração da integridade óssea. Dentre esses elementos se destacam: as respostas inflamatórias, o periósteo, a vascularização e as infecções (BEEHARRY *et al.*, 2024).

Dessa forma, os macrófagos emergem como células fundamentais, já que sua presença e atividade desenvolvem a remodelação e o reparo ósseo. Embora o aumento do seu influxo

acelere a recuperação, o processo é sensível à inflamação, ou seja, o equilíbrio da inflamação é determinante: tanto o excesso - observado em condições como diabetes, tabagismo e envelhecimento - quanto a deficiência podem comprometer a cicatrização. A idade, por sua vez, pode influenciar na capacidade dos macrófagos de modular a resposta inflamatória, atrasando a recuperação em indivíduos mais velhos. O uso de anti-inflamatórios não esteroidais (AINEs) também exemplifica essa delicada balança, pois sua ação, embora analgésica, tem sido associada à cicatrização prejudicada e à pseudoartrose (BEEHARRY *et al.*, 2024).

O periósteo é outra estrutura de relevância crucial, servindo como a principal fonte de células-tronco e progenitoras necessárias para a regeneração óssea e cartilaginosa. Pesquisas de rastreamento de linhagem celular demonstraram que a maioria das células para o reparo de fraturas provém do periósteo e do endósteo, e não da circulação sistêmica. As células periósteais, em particular, proliferam e se diferenciam localmente em condrócitos e osteoblastos, reforçando o papel essencial dessa camada para o êxito da consolidação (BEEHARRY *et al.*, 2024).

Ademais, a vascularização e os níveis de oxigênio são fatores intrínsecos à cicatrização óssea. Uma resposta angiogênica eficiente garante o aporte de nutrientes e células ao foco da lesão. Além disso, as células endoteliais dos vasos sanguíneos também contribuem diretamente para a regeneração óssea. A concentração de oxigênio atua de forma dual: a hipóxia (baixa concentração) estimula a formação de cartilagem (condrogênese), enquanto níveis mais altos (hiperóxia) promovem a formação óssea (osteogênese). O acompanhamento desses parâmetros sugere um potencial terapêutico promissor para aprimorar o reparo ósseo (BEEHARRY *et al.*, 2024).

Em conclusão, a infecção é um dos fatores mais críticos que podem comprometer a consolidação de fraturas. A presença de bactérias, especialmente em fraturas expostas e com a utilização de implantes ortopédicos, pode levar à união retardada ou até à ausência de união. Implantes servem como superfícies para a formação de biofilmes, prejudicando o tratamento com antibióticos sistêmicos. O manejo de fraturas infectadas impõe um dilema clínico entre a erradicação da infecção e a estabilização óssea, sendo a osteomielite uma complicação grave que pode resultar em consequências severas para o paciente (BEEHARRY *et al.*, 2024).

Além dos fatores que influenciam o reparo ósseo, as condições presentes no local da lesão apontam um mecanismo fundamental, que determina o tipo de consolidação que predominará. Por isso, a junção adequada entre outros aspectos biomecânicos e biológicos é indispensável para aprimorar os resultados da osteossíntese e diminuir a incidência de complicações (BEEHARRY *et al.*, 2024).

No trauma ortopédico, o comportamento mecânico do foco de fratura - isto é, a forma como forças externas e internas se distribuem e geram micromovimentos - é fator determinante para o tipo de consolidação que ocorrerá. A escolha do método de fixação (rígida ou flexível) define o nível de deformação interfragmentar e, portanto, influencia diretamente a via biológica de cicatrização (BEEHARRY *et al.*, 2024).

De acordo com os princípios biomecânicos descritos por Perren, a quantidade de deformação associando os fragmentos ósseos deve ser controlada para que o tecido de reparo se desenvolva adequadamente (BEEHARRY *et al.*, 2024).

Quando a deformação interfragmentar é inferior a 2%, obtém-se estabilidade absoluta. Essa condição elimina praticamente todo o micromovimento no foco da fratura, criando um ambiente favorável à ossificação intramembranosa

e, conseqüentemente, à consolidação primária. Nesse cenário, os fragmentos são anatômica-mente reduzidos e rigidamente fixados, por exemplo, com placas de compressão e parafusos aplicados em técnica de “lag screw”. O reparo se dá por pontes osteonal diretas, sem formação visível de calo periosteal, resultando em osso lamelar altamente organizado (BEEHARRY *et al.*, 2024).

Quando a deformação fica entre 2% e 10%, ocorre estabilidade relativa. Aqui, permite-se certo grau de micromovimento controlado, suficiente para estimular a formação inicial de tecido fibrocartilaginoso, mas sem exceder o limiar que comprometeria a osteogênese. Métodos como fixadores externos, hastes intramedulares ou placas em ponte exemplificam essa abordagem. O reparo segue o padrão de consolidação secundária, com ossificação endocondral e formação de calo, que gradativamente se mineraliza e remodela, conferindo resistência progressiva ao osso (BEEHARRY *et al.*, 2024).

A relação entre mecânica e biologia é crítica:

- Deformação <2% → ossificação intramembranosa → consolidação primária → sem calo.
- Deformação 2–10% → ossificação endocondral → consolidação secundária → com calo.
- Deformação >10% → tecido fibroso/cartilaginoso persistente → risco de pseudoar-trose

Sendo assim, a compreensão dos princípios biomecânicos permite ao ortopedista aderir a técnica de estabilização mais adequada para cada padrão de fratura, maximizando o potencial biológico de reparo e minimizando complicações (BEEHARRY *et al.*, 2024).

Indicação e Princípios do Tratamento Conservador

O tratamento conservador de fraturas, apesar de não ser a técnica mais avançada, ainda é bastante utilizado em alguns casos, como em

fraturas estáveis, sem deslocamento ou com mínimo desvio. Além disso, é importante considerar diversos outros aspectos na abordagem conservadora, entre eles: idade do paciente, comorbidades, risco cirúrgico etc (BEEHARRY *et al.*, 2024).

Em lesões escafoides, apenas as fraturas estáveis do tipo A (31,1%) são elegíveis para o manejo conservativo no tipo A1, apenas 4 semanas de imobilização devem ser suficientes, enquanto em lesões do tipo A2 precisam de 6 a 8 semanas de imobilização. Mesmo depois deste período, é necessário verificar radiologicamente a consolidação óssea (BEEHARRY *et al.*, 2024).

Estudos de fraturas de úmero proximal mostraram que o tratamento conservador foi associado a menos complicações cirúrgicas, mas a uma maior mortalidade. Entretanto, a incidência desse tipo de fraturas varia significativamente dependendo da idade, sexo e distribuição geográfica (BEEHARRY *et al.*, 2024).

Em fraturas do rádio distal (FRDs), em idosos, o tratamento conservador apresenta alta eficácia principalmente em fraturas de baixa complexidade. A imobilização com gesso ou tala, evita os riscos cirúrgicos, como infecção, complicações anestésicas e dor pós-operatória prolongada, sendo preferível esse manejo em população com menor demanda funcional (BEEHARRY *et al.*, 2024).

Indicação e Princípios do Tratamento Cirúrgico

O tratamento cirúrgico de fraturas tornou-se progressivamente mais utilizado nos últimos anos, impulsionado por avanços em técnicas operatórias, implantes ortopédicos e compreensão biomecânica do processo de consolidação óssea. Seu principal objetivo é restaurar a anatomia, promover estabilidade adequada, permitir mobilização precoce e reduzir riscos como

pseudartrose, deformidades e perda funcional (SKOU *et al.*, 2020).

As indicações cirúrgicas dependem do tipo e localização da fratura, perfil do paciente e quadro clínico. De forma geral, opta-se pela cirurgia em fraturas instáveis, cominutivas ou expostas, quando há desalinhamento significativo, comprometimento articular ou falha prévia do tratamento conservador. Fraturas articulares com desvio, como as do calcâneo intra-articular ou rádio distal, exigem redução anatômica precisa e fixação interna, a fim de evitar artrose secundária e preservar a função. Fraturas diafisárias, por exemplo de úmero e fêmur, podem se beneficiar da cirurgia por oferecer melhor controle mecânico e menor incidência de não união, especialmente em presença de risco vascular ou neurológico (SKOU *et al.*, 2020; ZHU *et al.*, 2024).

Pacientes politraumatizados ou com lesões funcionais relevantes também se beneficiam da fixação cirúrgica precoce, que favorece a mobilização, diminui tempo de internação e facilita o manejo global. No caso de fraturas costais instáveis (*flail chest*), meta-análises recentes demonstram que a estabilização cirúrgica (SSRF) reduz o tempo de ventilação mecânica, internação em UTI e incidência de pneumonia, e ainda sugere redução da mortalidade em pacientes com mais de 60 anos e quando a cirurgia é feita dentro de 72 h após o trauma (ZHAO *et al.*, 2025)

Os princípios biomecânicos incluem a redução anatômica, especialmente importante em fraturas articulares, e a fixação estável com implantes adequados, como placas, parafusos, hastes intramedulares ou fixadores externos. A escolha depende da anatomia da fratura, qualidade óssea e estado dos tecidos moles. A consolidação pode ocorrer por via primária (estabilidade absoluta) ou secundária (micromovimento controlado), conforme o sistema de fixa-

ção. O timing cirúrgico também é crucial: fraturas expostas exigem desbridamento e estabilização imediata, enquanto outras permitem aguardar estabilidade clínica do paciente para abordagem definitiva (SKOU *et al.*, 2020; ZHU *et al.*, 2024).

Apesar dos benefícios, o tratamento cirúrgico também acarreta riscos, como, infecção, falha do implante, necessidade de reoperação e custos hospitalares superiores, que devem ser ponderados, sobretudo em populações vulneráveis, como idosos e portadores de múltiplas comorbidades. Evidências mostram que, em certas fraturas, como as do rádio distal em idosos, os ganhos funcionais da cirurgia são modestos e muitas vezes não compensam os riscos envolvidos (ZHU *et al.*, 2024).

Por isso, a decisão pela via cirúrgica deve ser individualizada, com base em critérios clínicos objetivos, características da fratura, evidência científica atual e preferências do paciente. O conhecimento aprofundado dos fundamentos biomecânicos e clínicos que embasam essa abordagem é essencial para uma conduta segura, eficaz e centrada no paciente (SKOU *et al.*, 2020).

Reabilitação e Seguimento

A reabilitação é componente essencial do tratamento de fraturas, seja após abordagem cirúrgica ou conservadora, visando restaurar a mobilidade, força, propriocepção e função global do segmento acometido. A recuperação funcional depende da estabilidade obtida, do controle da dor, da preservação da mobilidade articular adjacente e da prevenção de complicações como rigidez, atrofia muscular e consolidação viciosa (PERRACINI *et al.*, 2021).

O início precoce da mobilização, quando clinicamente seguro, é associado a melhores desfechos funcionais e menor incidência de ri-

gidez articular, especialmente em fraturas articulares ou periarticulares. Protocolos modernos de reabilitação são estruturados em fases:

Fase inicial (imediate ao pós-operatório ou imobilização): prioriza controle da dor e edema, manutenção da amplitude de movimento das articulações não envolvidas, exercícios isométricos e treino respiratório em pacientes com comprometimento torácico (ZHOU *et al.*, 2024).

Fase intermediária: introdução gradual de mobilização ativa e ativo-assistida da articulação envolvida, fortalecimento progressivo e estímulo proprioceptivo. Fase tardia: retorno à função plena, com exercícios resistidos, treino de coordenação, equilíbrio e simulação de atividades específicas da vida diária ou esportivas (ZHOU *et al.*, 2024).

A duração de cada fase varia conforme o tipo e localização da fratura, estabilidade da fixação, idade e comorbidades do paciente. A atuação multidisciplinar - envolvendo ortopedista, fisioterapeuta, terapeuta ocupacional e, em casos selecionados, nutricionista e psicólogo - potencializa os resultados (AGARWAL *et al.*, 2024).

O seguimento clínico e radiográfico é fundamental para monitorar a consolidação óssea, ajustar protocolos de carga e prevenir complicações. O acompanhamento regular permite detectar precocemente sinais de atraso de consolidação, falha de implante, rigidez, instabilidade residual ou dor persistente que possa indicar complicações como síndrome dolorosa complexa regional (ARIAS-FERNÁNDEZ *et al.*, 2018).

Em pacientes idosos ou com osteoporose, o seguimento deve incluir avaliação e tratamento da saúde óssea para prevenir novas fraturas, com suplementação de cálcio e vitamina D, terapia farmacológica anti-reabsortiva ou anabólica e programas de prevenção de quedas (AGARWAL *et al.*, 2024).

O retorno às atividades laborais ou esportivas deve ser gradual e individualizado, considerando não apenas a consolidação óssea, mas também a recuperação funcional e a capacidade de suportar demandas específicas. Em alguns casos, a liberação plena ocorre meses após a consolidação radiográfica, reforçando a importância de uma abordagem centrada na função e não apenas na imagem (AGARWAL *et al.*, 2024).

A escolha entre abordagem cirúrgica ou conservadora das lesões ortopédicas tem implicação direta no tempo de reabilitação e no seguimento clínico. No tratamento conservador a fisioterapia e o controle analgésico buscam promover a recuperação sem intervenção invasiva. Essa opção é preferida em pacientes com menor demanda funcional, fraturas estáveis e em contexto de risco cirúrgico aumentado. A eficácia depende, contudo, da manutenção adequada do alinhamento da fratura, da adesão do paciente à reabilitação e da ausência de complicações como perda da redução ou consolidação viciosa. Essa abordagem, apesar de apresentar maior segurança em termos de risco operatório, está associada a rigidez articular, perda muscular e limitação funcional, especialmente em idosos (GUTIÉRREZ-ESPINOZA *et al.*, 2022). A efetividade do tratamento conservador depende diretamente da disciplina no paciente em manter o posicionamento correto da articulação, apresentando-se como um ponto crítico a ser considerado, e a adesão em programas de reabilitação conservadora pode ser comprometida por fatores como dor persistente, limitações sociais e desmotivação frente à lentidão dos resultados (ZHOU *et al.*, 2024).

Por outro lado, o tratamento cirúrgico permite uma estabilização mecânica mais imediata, o que possibilita protocolos de reabilitação precoce e mais ativos. Isso favorece a preservação da função articular, manutenção da força muscular e redução do tempo de afastamento de

atividades da vida diária e profissional (ZHU *et al.*, 2024). Contudo, embora o tratamento cirúrgico apresenta menor incidência de cicatrizações em posição inadequada, ainda pode apresentar riscos de infecção ou necessidade de reintervenções, exigindo um seguimento clínico mais rigoroso (GUTIÉRREZ-ESPINOZA *et al.*, 2022).

Em síntese, a reabilitação e o seguimento de pacientes ortopédicos submetidos a tratamento cirúrgico ou conservador apresentam vantagens e limitações que devem ser cuidadosamente ponderadas. A cirurgia tende a favorecer a mobilização precoce, maior estabilidade e menor comprometimento funcional, à custa de maior complexidade no seguimento e exposição a riscos operatórios. Já o tratamento conservador pode ser seguro e eficaz em lesões específicas e pacientes com menor demanda funcional, mas exige acompanhamento clínico cuidadoso para evitar complicações tardias e garantir adesão ao processo de reabilitação. A decisão entre esses caminhos terapêuticos deve, portanto, ser guiada por critérios clínicos objetivos, mas também pela escuta ativa das expectativas do paciente, suas condições de vida e capacidade de engajamento no tratamento. O sucesso na reabilitação ortopédica não está apenas na técnica aplicada, mas no alinhamento entre a conduta adotada, o cuidado continuado e o contexto individual de cada pessoa (GUTIÉRREZ-ESPINOZA *et al.*, 2022).

CONCLUSÃO

O manejo de fraturas ósseas exige uma decisão terapêutica individualizada, ponderando entre abordagens conservadoras e cirúrgicas com base em critérios clínicos, tipo de fratura, perfil do paciente e evidências científicas (SKOU *et al.*, 2020; ZHAO *et al.*, 2020). O tratamento conservador é aplicável a fraturas estáveis ou em pacientes com comorbidades, onde

estudos indicam que os desfechos funcionais podem ser comparáveis aos da cirurgia para certas fraturas, como as de clavícula ou úmero (SKOU *et al.*, 2020; CAVALCANTI KUB-MAUL *et al.*, 2024). Em contraste, o tratamento cirúrgico é indicado para fraturas instáveis, cominutivas, expostas ou com comprometimento articular significativo, visando estabilidade, mobilização precoce e redução de complicações, sendo crucial para fraturas complexas como as do calcâneo ou rádio distal (CHEN *et al.*, 2021; ZHU *et al.*, 2024).

A consolidação óssea é intrinsecamente ligada a fatores biológicos (inflamação, periosteio, vascularização, infecção) e biomecânicos,

onde a deformação interfragmentar determina o tipo de reparo: estabilidade absoluta (<2%) para consolidação primária e estabilidade relativa (2-10%) para consolidação secundária (KUMAR *et al.*, 2024; PERREN, 2002). A reabilitação precoce é um componente essencial pós-tratamento, correlacionando-se com melhores desfechos funcionais e menor rigidez articular (AGARWAL *et al.*, 2024; PERRACINI *et al.*, 2018; ZHOU *et al.*, 2024). Assim, a escolha da modalidade terapêutica deve integrar esses princípios para otimizar a recuperação funcional e minimizar sequelas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGARWAL, N. *et al.* Early mobilisation after hip fracture surgery is associated with improved patient outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Musculoskeletal Care*, v. 22, n. 1, p. e1863, 2024. <https://doi.org/10.1002/msc.1863>

ARIAS-FERNÁNDEZ, P. *et al.* Rehabilitation and Early Mobilization in the Critical Patient: Systematic Review. *Journal of Physical Therapy Science*. v. 30, n. 9, p. 1193-1201, 2018. <https://doi.org/10.1589/jpts.30.1193>

BEEHARRY, M.W.; AHMAD, B. Principles of fracture healing and fixation: a literature review. *Cureus*. v. 16, n. 12, p. e76250, 2024. <https://doi.org/10.7759/cureus.76250>

CAVALCANTI KUBMAUL, A. *et al.* The conservative and operative treatment of carpal fractures. *Deutsches Ärzteblatt International*. v. 121, n. 18, p. 594-600, 2024. <https://doi.org/10.3238/arztebl.int.2024.0305>

CHEN, Y.; *et al.* Comparison of treatment results between surgical and conservative treatment of distal radius fractures in adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, v. 55, p. 118-126, 2021. <https://doi.org/10.5152/j.aott.2021.20168>

CLAES, L.; RECKNAGEL, S.; IGNATIUS, A. Fracture healing under healthy and inflammatory conditions. *Nature Reviews Rheumatology*. v. 8, n. 3, p. 133-143, 2012. <https://doi.org/10.1038/nrrheum.2012.1>

EINHORN, T.A.; LANE, J.M. The cell and molecular biology of fracture healing. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. v. 355, p. S7-S21, 1998. <https://doi.org/10.1097/00003086-199810001-00003>

GARCIA, R.M. *et al.* Effectiveness of surgical versus conservative treatment of distal radius fractures in elderly patients: a systematic review and meta-analysis. *Orthopaedics and Traumatology: Surgery and Research*, v. 108, p. 103323, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2022.103323>

GUTIÉRREZ-ESPINOZA, H. *et al.* Effectiveness of surgical versus conservative treatment of distal radius fractures in elderly patients: a systematic review and meta-analysis. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. v. 108, p. 103323, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2022.103323>

LIN, Y. *et al.* The Benefits of Surgical Stabilization of Rib Fractures: A Systematic Review and Meta-analysis. *World Journal of Emergency Surgery*, v. 20, 2025. <https://doi.org/10.1186/s13017-025-00634-2>

MARSELL, R.; EINHORN, T.A. The biology of fracture healing. *Injury*. v. 42, n. 6, p. 551-555, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2011.03.031>

PERRACINI, M.R. *et al.* Physiotherapy following fragility fractures. *Injury*. v. 49, n. 8, p. 1413-1417, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2018.06.026>

PERREN, S.M. Evolution of the Internal Fixation of Long Bone Fractures. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*. v. 84, n. 8, p. 1093-1110, 2002. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.84B8.0841093>

SKOU, S.T. *et al.* Surgical or non-surgical treatment of traumatic skeletal fractures in adults: systematic review and meta-analysis of benefits and harms. *Systematic Reviews*. v. 9, p. 179, 2020. <https://doi.org/10.1186/s13643-020-01424-4>

ZHAO, J.G. *et al.* Surgical Interventions to Treat Humerus Shaft Fractures: A Network Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *PLOS ONE*, v. 12, n. 3, 2017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173634>

ZHOU, Z.; LI, X.; WU, X.. Impact of Early Rehabilitation Therapy on Functional Outcomes in Patients Post Distal Radius Fracture Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*. v. 25, p. 198, 2024. <https://doi.org/10.1186/s12891>

ZHU, C. *et al.* Non-surgical versus surgical treatment of distal radius fractures: a meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Surgery*. v. 24, p. 205, 2024. <https://doi.org/10.1186/s12893-024-02485-1>