




C A P Í T U L O 1 2

AVANÇOS NO TRATAMENTO CONSERVADOR DE FRATURAS ESTÁVEIS DE RÁDIO DISTAL: UMA REVISÃO DE LITERATURA

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.64225011012>

Pâmela Coimbra Argenton Puga Barelli

Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

Rita de Cássia Ietto Montilha

Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

Síbila Floriano Landim

Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Ciencias
de la Salud, Escuela de Terapia Ocupacional

Academic Vice-Rector, Universidad Católica de Temuco, Provincia de Cautín, Temuco, Chile

INTRODUÇÃO

A fratura do rádio distal (FRD) configura-se como uma das lesões mais prevalentes no contexto ortopédico, acometendo indivíduos de diferentes faixas etárias e níveis de atividade física. Sua elevada incidência se justifica pela anatomia exposta do punho, que absorve o impacto em quedas com apoio das mãos, sobretudo em extensão. Estima-se que, somente nos Estados Unidos, ocorram mais de 640.000 casos anuais, representando cerca de um sexto de todas as fraturas tratadas em serviços de emergência (Porrino et al., 2014).

As fraturas estáveis do rádio distal, ou seja, aquelas em que não há deslocamento significativo ou risco iminente de instabilidade secundária, são, em sua maioria, manejadas de forma conservadora, por meio de métodos de imobilização como gesso, talas rígidas, órteses termoplásticas e, mais recentemente, dispositivos personalizados produzidos por impressão 3D (Graham et al., 2020; Halanski & Noonan, 2008).

Entretanto, apesar do manejo conservador ser amplamente adotado, a escolha do método ideal de imobilização ainda é tema de debate. As alternativas variam em termos de eficácia clínica, conforto do paciente, custo, impacto ambiental e

acessibilidade tecnológica, sendo este último ponto particularmente relevante em contextos hospitalares e de reabilitação pública.

Este capítulo propõe-se a discutir, com base em literatura científica recente, os principais avanços no tratamento conservador das fraturas estáveis de rádio distal, com ênfase na comparação entre métodos tradicionais (gesso, talas) e os novos modelos de imobilização produzidos por impressão 3D.

Tratamento Conservador: Fundamentos e Diretrizes

O tratamento conservador das fraturas do rádio distal baseia-se na premissa de que, em determinadas condições clínicas, é possível obter a consolidação óssea adequada sem a necessidade de intervenção cirúrgica. Essa abordagem visa não apenas a regeneração estrutural do osso fraturado, mas também a preservação da função biomecânica da articulação do punho, que desempenha um papel crucial na execução das atividades de vida diária (Lichtman et al., 2010).

Do ponto de vista anatômico e funcional, o sucesso do tratamento conservador depende do alinhamento adequado de parâmetros como o comprimento radial, a inclinação volar e a congruência articular. O comprimento radial refere-se à altura relativa da extremidade distal do rádio em relação à ulna, sendo essencial para a distribuição correta das cargas transmitidas durante os movimentos de preensão e rotação. Já a inclinação volar diz respeito à angulação da superfície articular do rádio em relação ao eixo do antebraço, enquanto a congruência articular assegura a harmonia entre as superfícies articulares, reduzindo o risco de artrose pós-traumática (Lichtman et al., 2010).

A American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS) recomenda, nas suas diretrizes clínicas, que o acompanhamento radiográfico seja realizado semanalmente nas três primeiras semanas após a redução (quando indicada) e imobilização inicial da fratura. Esse monitoramento frequente é imprescindível para detectar deslocamentos tardios que, embora raros em fraturas consideradas estáveis, podem comprometer o resultado funcional se não forem identificados precocemente (Assh.org, 2021).

A indicação para o manejo conservador inclui, majoritariamente, fraturas extra-articulares não desviadas, fraturas intra-articulares com mínimo deslocamento, e situações clínicas em que a cirurgia é contraindicada — seja por comorbidades, idade avançada, risco anestésico ou restrições funcionais. Além dos critérios radiográficos, fatores como nível de atividade física, capacidade cognitiva, adesão ao tratamento e contexto social devem ser considerados na decisão terapêutica (Assh.org, 2021).

É importante ressaltar o impacto socioeconômico das fraturas do rádio distal, frequentemente subestimado. Pacientes adultos em idade produtiva podem necessitar de afastamento laboral prolongado, o que acarreta custos indiretos significativos, tanto para os sistemas de saúde quanto para a economia familiar. Em

ambientes de atenção pública à saúde, esse impacto é ainda mais sensível, exigindo soluções terapêuticas eficazes, acessíveis e de baixo custo.

Assim, o tratamento conservador continua sendo uma ferramenta valiosa no arsenal ortopédico, desde que criteriosamente indicado e adequadamente monitorado, respeitando os princípios biomecânicos da fratura e o perfil individual do paciente (Nana, Joshi & Lichtman, 2005).

Métodos de Imobilização Tradicionais

A imobilização com gesso rígido é, historicamente, o método mais amplamente utilizado para estabilização de fraturas do rádio distal, sendo considerada a técnica padrão por décadas na prática ortopédica mundial. A escolha do gesso deve-se à sua capacidade comprovada de manter a estabilidade óssea necessária para a consolidação, combinada com custo relativamente baixo e facilidade de aplicação em serviços de emergência e ambulatoriais. O processo de aplicação do gesso é multifacetado e envolve a utilização de diversos materiais e etapas sequenciais. Inicialmente, aplica-se uma malha tubular para proteger a pele e distribuir melhor a pressão do gesso, seguida da colocação de algodão para amortecer e garantir o conforto do paciente. Sobre esses materiais, são moldadas folhas de gesso ou, em versões mais modernas, de fibra de vidro, que conferem rigidez e durabilidade à imobilização. A fixação é finalizada com bandagens específicas, utilizando-se tesouras especiais para corte e ajuste dos materiais (Halanski & Noonan, 2008). Todo esse processo demanda, em média, entre 30 a 45 minutos para ser realizado, o que ressalta a necessidade de prática clínica e treinamento adequado por parte dos profissionais de saúde para evitar erros de posicionamento ou aplicação.

Embora o gesso rígido seja reconhecido por sua eficácia biomecânica em manter o alinhamento e a estabilidade da fratura, apresenta diversas limitações clínicas e funcionais que impactam negativamente na experiência do paciente. Entre as desvantagens mais relatadas estão o peso excessivo do material, que pode gerar desconforto e fadiga no membro imobilizado, e a falta de ventilação adequada, que promove acúmulo de suor e umidade. Essa condição úmida é um terreno propício para o desenvolvimento de complicações cutâneas, como dermatites, micoses e até mesmo escaras de pressão, particularmente em pacientes com mobilidade reduzida ou idosos (Graham et al., 2020). Além disso, o fato do gesso ser um dispositivo fixo e não removível dificulta a higiene local, tornando impossível o cuidado adequado da pele durante todo o período de imobilização. A ausência de possibilidade de remoção para inspeção e higienização representa um risco considerável, exigindo que o paciente e os cuidadores estejam atentos a sinais de complicações.

De acordo com Halanski & Noonan (2008), a taxa de complicações relacionadas ao uso inadequado do gesso em fraturas do rádio distal pode chegar a 31%. Essas complicações são frequentemente associadas a fatores como imobilização excessiva que pode levar à rigidez articular e atrofia muscular, posicionamento inadequado que compromete a redução da fratura, e má adesão do paciente às orientações pós-aplicação, como a manutenção do membro elevado e o cuidado para evitar umidade no gesso. Tais complicações reforçam a necessidade de um acompanhamento cuidadoso durante o tratamento conservador e da capacitação técnica para a correta aplicação do gesso.

Em contraposição ao gesso rígido, as órteses removíveis moldadas a quente surgem como uma alternativa moderna que tem ganhado destaque, especialmente em centros especializados. Essas órteses são geralmente confeccionadas com termoplásticos de baixa temperatura, que possibilitam o aquecimento e a moldagem personalizada diretamente sobre o membro do paciente, garantindo melhor adaptação anatômica e conforto (Keller et al., 2019). Uma das principais vantagens dessas órteses é a possibilidade de remoção para cuidados com a pele, permitindo a higienização adequada e a inspeção regular para evitar complicações dermatológicas. Além disso, a remoção facilita a realização de exercícios terapêuticos supervisionados, que são fundamentais para manter a mobilidade articular e a força muscular durante o período de imobilização. Contudo, a confecção dessas órteses requer a presença de profissionais altamente treinados, tempo prolongado para modelagem e cura do material, e o uso de equipamentos e matérias-primas de custo elevado, o que limita sua ampla disponibilidade e uso em larga escala, especialmente em contextos públicos e hospitais com recursos restritos (Keller et al., 2019).

Assim, embora o gesso rígido permaneça como o método mais utilizado devido à sua acessibilidade e eficácia, as órteses removíveis moldadas a quente representam uma importante inovação, que alia conforto e funcionalidade, apontando para uma tendência crescente na personalização dos tratamentos conservadores das fraturas do rádio distal.

Impressão 3D: Uma Nova Era na Imobilização Ortopédica

Nos últimos anos, a impressão tridimensional (3D) emergiu como uma alternativa inovadora e promissora no campo da ortopedia e da reabilitação, revolucionando o modo como dispositivos de imobilização são concebidos e aplicados. Essa tecnologia avançada possibilita a criação de dispositivos personalizados com alta precisão, que se adaptam com exatidão à anatomia única de cada paciente, promovendo maior conforto e funcionalidade durante o tratamento. No contexto das fraturas de rádio distal, os moldes produzidos por impressão 3D vêm se destacando devido a características como leveza, ventilação adequada, facilidade de higienização e

design ergonômico, fatores que contribuem significativamente para a melhora da experiência do usuário e potencializam a adesão ao tratamento (Choo et al., 2020; Paterson et al., 2017).

A manufatura aditiva, que inclui tecnologias como a técnica de Fused Deposition Modeling (FDM), permite a utilização de materiais inovadores, entre eles o ácido polilático (PLA), um polímero biodegradável extraído de fontes renováveis como milho e cana-de-açúcar. O PLA se destaca por suas propriedades de biocompatibilidade, resistência mecânica adequada para suportar as demandas da imobilização, e ainda apresenta um impacto ambiental consideravelmente menor quando comparado aos materiais tradicionais, como o gesso rígido (Pokharel et al., 2022). Essa característica torna os dispositivos impressos não apenas benéficos para os pacientes, mas também para a sustentabilidade ambiental, alinhando-se às atuais demandas globais por práticas mais ecologicamente responsáveis.

Além das vantagens ambientais e materiais, os dispositivos impressos em 3D oferecem a possibilidade de serem digitalmente modificados e ajustados com facilidade, o que é especialmente útil para acompanhar as alterações clínicas do paciente, como variações no edema, processo de cicatrização e evolução funcional. Essa flexibilidade digital permite que o dispositivo seja adaptado sem a necessidade de refazer um molde inteiro, otimizando o tempo e os recursos no tratamento (Portnoy et al., 2020; Chen et al., 2020).

Os modelos anatômicos utilizados para impressão são obtidos por meio de tecnologias avançadas de escaneamento 3D ou moldes digitais tridimensionais, que capturam com alta precisão as dimensões e contornos do membro afetado. Esses dados são convertidos em arquivos no formato STL (Stereolithography), que são processados pela impressora 3D para a produção do molde personalizado. O tempo de confecção desses dispositivos varia entre 2 a 4 horas, o que possibilita a realização de todo o procedimento em ambiente ambulatorial ou hospitalar, reduzindo significativamente o tempo de espera para a aplicação da imobilização (Yanjun et al., 2020).

Dessa forma, a impressão 3D não só proporciona dispositivos com maior conforto e eficiência, mas também representa uma mudança de paradigma no tratamento ortopédico conservador, abrindo caminho para a personalização em larga escala, melhor monitoramento clínico e maior sustentabilidade no cuidado ao paciente.

Comparações Clínicas e Efetividade

Estudos comparativos entre o gesso tradicional e as órteses produzidas por impressão 3D têm apresentado resultados clínicos bastante animadores, indicando que ambos os métodos promovem resultados similares no que diz respeito à consolidação óssea e à recuperação da mobilidade pós-tratamento. Ou seja, do

ponto de vista puramente ortopédico, as órteses 3D não comprometem a eficácia do tratamento conservador das fraturas estáveis do rádio distal, proporcionando uma base segura para sua utilização clínica (Graham et al., 2020; Choo et al., 2020).

Entretanto, além da efetividade clínica, as órteses impressas se destacam significativamente em outros aspectos fundamentais para a qualidade de vida do paciente durante o período de imobilização. Entre esses aspectos, o conforto é um dos principais diferenciais apontados. Pacientes que utilizam moldes 3D relatam sensível melhora no conforto devido ao design anatômico personalizado e à leveza do material, que contrasta fortemente com o peso e a rigidez do gesso tradicional. Além disso, o menor risco de complicações dermatológicas, como irritações, dermatites e infecções de pele, representa outra vantagem expressiva, uma vez que as órteses 3D possuem superfícies vazadas que promovem ventilação adequada da pele, reduzindo a umidade e o acúmulo de suor, fatores que contribuem para a prevenção dessas complicações (Graham et al., 2020; Choo et al., 2020).

Ensaio clínico randomizado aprofunda ainda mais esses achados, revelando que pacientes tratados com moldes 3D apresentam uma redução significativa na frequência de episódios de prurido e outras irritações cutâneas em comparação com aqueles que utilizam gesso convencional. Ademais, essa tecnologia favorece a autonomia do paciente nas atividades de vida diária, como a higiene pessoal e a manipulação de objetos, graças à possibilidade de remoção parcial ou total do dispositivo para cuidados específicos, algo inviável com o gesso rígido. O design vazado e ergonômico desses dispositivos não apenas melhora a ventilação da pele, como também contribui para a redução do odor desagradável, um problema comum e bastante incômodo associado ao uso prolongado do gesso (Van Lieshout et al., 2022).

Além disso, estudos recentes, como o de Chen et al. (2020), ampliam a aplicabilidade da impressão 3D ao demonstrar sua viabilidade também no tratamento de fraturas pediátricas. Neste grupo, os moldes personalizados mostraram-se eficazes para garantir a imobilização necessária, ao mesmo tempo em que proporcionaram melhor adesão ao tratamento por parte das crianças e seus responsáveis, devido ao maior conforto e facilidade de uso. Tal fato contribuiu para a redução da necessidade de visitas de retorno ao serviço de saúde para ajustes e monitoramento, além de aumentar a satisfação geral dos pacientes e familiares, o que é um fator importante para o sucesso do tratamento em populações mais sensíveis e dependentes.

Portanto, a adoção das órteses 3D não só mantém a eficácia ortopédica do tratamento conservador, mas também melhora significativamente a experiência do paciente, oferecendo benefícios clínicos e psicossociais que reforçam sua posição

como uma alternativa inovadora e promissora na reabilitação de fraturas estáveis do rádio distal.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O avanço das tecnologias de impressão 3D tem promovido uma verdadeira revolução no campo da ortopedia conservadora, especialmente no tratamento das fraturas estáveis do rádio distal. A introdução de órteses personalizadas, desenvolvidas por meio dessa tecnologia, tem demonstrado ser uma alternativa viável, segura e eficaz em comparação ao tradicional uso do gesso rígido. Essas órteses não apenas garantem a estabilidade biomecânica necessária para a adequada consolidação óssea, mas também apresentam uma série de benefícios adicionais que impactam diretamente na qualidade de vida do paciente durante o período de imobilização. Entre esses benefícios, destacam-se o maior conforto proporcionado pelo design anatômico personalizado, a ventilação superior que previne complicações dermatológicas, a estética aprimorada que contribui para melhor aceitação social e psicológica do tratamento, além de um impacto ambiental significativamente menor devido ao uso de materiais biodegradáveis e processos de fabricação mais sustentáveis.

Contudo, apesar de todos esses avanços e benefícios evidentes, existem ainda importantes desafios que limitam a adoção ampla e sistemática dessa tecnologia em ambientes clínicos. O custo inicial dos equipamentos de impressão 3D, bem como dos materiais específicos utilizados para a confecção das órteses, pode ser considerado elevado quando comparado às despesas com métodos tradicionais. Além disso, a operação adequada dessas impressoras e a modelagem dos dispositivos requerem capacitação técnica especializada, o que implica a necessidade de treinamento contínuo para os profissionais envolvidos, bem como o desenvolvimento de protocolos clínicos e logísticos específicos para sua aplicação prática.

Essas barreiras, embora relevantes, não ofuscam o potencial transformador da impressão 3D no cuidado ortopédico ambulatorial. Investimentos estratégicos em infraestrutura tecnológica, por meio de parcerias com centros de pesquisa, universidades e indústrias especializadas, são fundamentais para o desenvolvimento e disseminação dessas técnicas. A implementação de programas de capacitação técnica, que incluam a formação de profissionais multidisciplinares — como engenheiros biomédicos, técnicos em saúde, fisioterapeutas e ortopedistas — é igualmente essencial para garantir a qualidade e segurança dos dispositivos produzidos.

Em particular, essa integração torna-se ainda mais crucial em países em desenvolvimento, onde os sistemas de saúde frequentemente enfrentam limitações

orçamentárias e dificuldades no acesso a recursos tecnológicos modernos. A impressão 3D oferece uma oportunidade única para otimizar recursos, personalizar tratamentos e potencialmente reduzir custos a longo prazo, ao minimizar complicações e melhorar os resultados clínicos. Assim, ao fomentar um ambiente de inovação e colaboração, a impressão 3D pode contribuir para uma democratização do acesso a cuidados ortopédicos de alta qualidade, promovendo inclusão social e avanços significativos na reabilitação funcional dos pacientes.

Dessa forma, o futuro da ortopedia conservadora se vislumbra promissor com a incorporação progressiva da impressão 3D, que deverá consolidar-se como um componente essencial nas estratégias terapêuticas modernas, proporcionando benefícios clínicos, econômicos e ambientais que transcendem as abordagens tradicionais.

REFERÊNCIAS

Chen, Z. et al. (2020). Application of 3D Printed Casts in the Treatment of Distal Radius Fractures in Children. *Orthopedic Surgery*.

Choo, K. J. L. et al. (2020). Patient satisfaction and clinical outcomes of 3D-printed orthoses in distal radius fracture management: a randomized controlled trial. *Journal of Hand Surgery*.

Graham, J. et al. (2020). Patient-centered benefits of 3D printed casts for orthopaedic injuries: A review. *J Am Acad Orthop Surg*.

Halanski, M. A., & Noonan, K. J. (2008). Cast and splint immobilization: complications. *JAAOS*.

Keller, K. et al. (2019). Removable thermoplastic orthoses versus fiberglass casts in adult DRF: a comparative study. *Clin Orthop*.

Lichtman, D. M., Bindra, R. R., Boyer, M. I., Putnam, M. D., & Ring, D. (2010). American Academy of Orthopaedic Surgeons clinical practice guideline on the treatment of distal radius fractures. *J Bone Joint Surg Am*.

Paterson, A. M. et al. (2017). Feasibility of 3D printed wrist splints: A pilot study. *Hand Therapy*.

Pokharel, S. et al. (2022). Biodegradable polymers in orthopaedic applications: a review. *Materials Today*.

Portnoy, S. et al. (2020). A comparative study of traditional and 3D-printed orthoses for distal radius fractures. *3D Printing in Medicine*.

Van Lieshout, R. et al. (2022). Outcomes of 3D printed vs. traditional casting in orthopedic