

Como os tendões funcionam e cicatrizam

Esta página foi traduzida automaticamente e ainda não foi verificada por um médico. A **versão em inglês** é a versão oficial.

Os tendões são como cabos do corpo: cordas resistentes que conectam os músculos aos ossos e transmitem a força muscular para gerar movimento. Quando você dobra um dedo ou levanta o braço, são os tendões que têm a função de conduzir essa força através da articulação. Os tendões são fortes, mas cicatrizam lentamente e de maneira específica; *nem todos os tendões cicatrizam da mesma forma*. Um tendão flexor do dedo cortado e um tendão do manguito rotador do ombro rompido seguem processos de cicatrização bem diferentes, razão pela qual os tratamentos cirúrgicos e a reabilitação também são distintos. Esta página explica, em linguagem simples, o que são os tendões e como eles se recuperam; em seguida, aprofunda-se na biologia para quem deseja saber mais, incluindo o motivo pelo qual o reparo de um tendão flexor *primeiro enfraquece antes de ficar mais forte*, e por que o manguito rotador se fixa ao osso da maneira como o faz.

O que é um tendão e qual a sua função

Um tendão é uma estrutura semelhante a uma corda, composta principalmente por **colágeno** (a mesma proteína resistente que confere flexibilidade aos ossos), organizado em feixes bem alinhados ao longo da linha de tração. Uma de suas extremidades se funde ao músculo; a outra se fixa ao osso. Sua função é simples, porém essencial: transmitir a força gerada pelo músculo ao osso, permitindo assim o movimento articular. Alguns tendões também precisam **deslizar**: os tendões flexores que dobram os dedos deslizam para frente e para trás por meio de túneis estreitos toda vez que você fecha o punho.

Os tendões são tecidos vivos, mas apenas em pequena medida: possuem relativamente poucas células e um suprimento sanguíneo escasso, em comparação com o músculo ou a pele. Isso explica, em grande parte, o motivo de sua cicatrização ser lenta.

Como os tendões cicatrizam

Quando um tendão é cortado ou rompido, ele cicatriza em três fases sobrepostas, de forma semelhante a outros tecidos:

1. **Inflamação (primeira semana).** Forma-se um coágulo e células de reparo migram para o local. Nessa fase, a união entre as extremidades do tendão é mantida principalmente pelos pontos cirúrgicos; o próprio tendão ainda contribui muito pouco para a resistência.
2. **Reparação (durante várias semanas).** As células depositam novo colágeno na região da ruptura, porém esse colágeno é inicialmente desorganizado e fraco – como um feixe de fios amarrados às pressas, em vez de uma corda bem estruturada.
3. **Remodelação (durante meses).** Com o tempo e o uso moderado, esse colágeno desorganizado é gradualmente substituído e realinhado ao longo da linha de tração, permitindo que o tendão recupere sua resistência. Esse processo pode durar muitos meses, frequentemente até um ano ou mais.

Um ponto fundamental: o tendão cicatriza sobretudo formando **tecido cicatricial**, e não regenerando perfeitamente o tecido original. A região reparada nunca fica exatamente como era antes; por isso a reabilitação cuidadosa e a paciência são tão importantes.

O que ajuda na cicatrização de tendões

- **A quantidade adequada de movimento.** Os tendões respondem à carga. Exercícios controlados e progressivos (orientados por um médico ou fisioterapeuta) indicam ao colágeno em processo de cicatrização como se organizar. Movimentos excessivos ou prematuros podem romper a reparação; a falta de movimento gera rigidez e aderências causadas por cicatrizes.
- **Proteção da reparação nos primeiros dias.** Uma reparação tendínea recente permanece frágil por várias semanas, mesmo que pareça estável; siga as orientações quanto ao uso da tala e aos limites de atividade para evitar que se rompa.
- **Boa saúde geral.** Não fumar, controlar o diabetes e evitar o uso desnecessário de esteroides são fatores benéficos; o tabagismo, em especial, prejudica a cicatrização tendínea.
- **Tempo.** Os tendões são tecidos de cicatrização lenta. A recuperação plena da força leva meses, não semanas.

Em maior profundidade

Esta seção oferece uma explicação mais detalhada, voltada para estudantes, sobre a biologia dos tendões. Ela não é necessária para compreender uma lesão tendínea ou seu tratamento; porém, se você tem curiosidade sobre *como* os tendões realmente funcionam e por que um tendão do dedo e um tendão do ombro cicatrizam de maneiras tão distintas, continue lendo.

O TENDÃO COMO TECIDO VIVO

O tendão é estruturado como uma **hierarquia** de colágeno, semelhante a uma corda formada por fios cada vez menores. As moléculas de colágeno agrupam-se em **fibrilas**, as fibrilas formam **fibras**, as fibras formam **fascículos**, e os fascículos compõem o tendão inteiro. Em cada nível, uma fina camada de tecido conjuntivo (o endotenon e o epitenon que envolve todo o tendão) transporta os pequenos vasos sanguíneos e nervos. O colágeno é predominantemente do **tipo I**, extremamente resistente à tração e disposto quase perfeitamente paralelamente à direção da força aplicada.

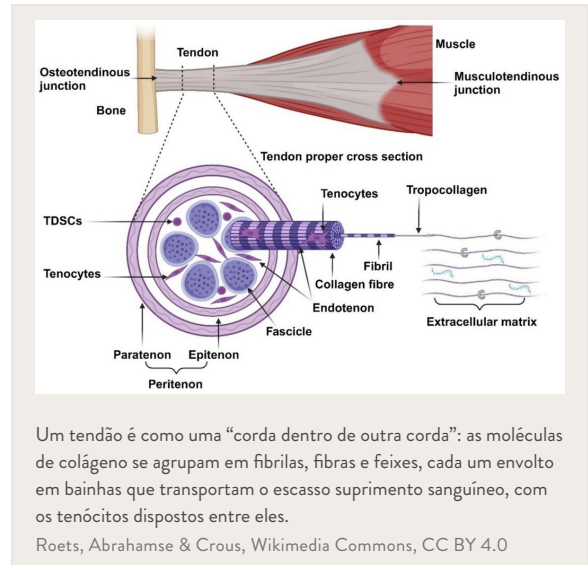
Em repouso, as fibras apresentam um padrão ondulado e encaracolado. Quando um tendão é submetido a carga pela primeira vez, esse **encaracolamento** se endireita; por isso, o tendão é ligeiramente elástico no início da aplicação de força, tornando-se depois rígido e forte (possui uma pequena margem de flexibilidade). O tendão também é **viscoelástico**: seu comportamento varia conforme a velocidade de aplicação da carga (torna-se mais rígido quando a carga é aplicada rapidamente) e sofre lentamente **fluência** (alongamento) sob carga contínua.

As células vivas são os **tenócitos**, células esparsas de formato fusiforme distribuídas entre os feixes de colágeno. Elas mantêm e renovam muito lentamente a matriz extracelular. Como as células e os vasos sanguíneos são relativamente escassos, e algumas regiões de determinados tendões são verdadeiramente **hipovascular** (zonas com baixo suprimento sanguíneo), a cicatrização do tendão é lenta; justamente nessas áreas com pouco suprimento sanguíneo é que os tendões tendem a se romper e a cicatrizar de forma deficiente.

COMO OS TENDÕES CICATRIZAM – E POR QUE ISSO OCORRE PRINCIPALMENTE POR FORMAÇÃO DE CICATRIZAÇÃO

As três fases descritas acima, em mais detalhes: uma fase **inflamatória** (aproximadamente na primeira semana) que remove detritos e atrai células; uma fase **proliferativa** (entre uma e três semanas), na qual as células produzem grandes quantidades de **colágeno tipo III desorganizado**, que se deposita rapidamente, porém é mecanicamente fraco; e uma longa fase de **remodelação** (que dura meses, até cerca de 18 meses), na qual esse colágeno tipo III é gradualmente substituído por colágeno tipo I resistente, bem alinhado, reticulado e orientado ao longo da linha de carga.

O conceito fundamental é que isso representa **reparo por meio de cicatrização, não regeneração**. O corpo preenche o vazio, mas não recria o tendão original, que possui uma estrutura perfeitamente organizada. O que transforma essa cicatrização inicial, fraca, em algo forte e bem alinhado é a **carga mecânica**. Esse é o fundamento da reabilitação tendínea moderna: a aplicação controlada de força, no momento certo, orienta literalmente a cicatrização para que se torne um tendão funcional.



CICATRIZAÇÃO DOS TENDÕES FLEXORES: CICATRIZAÇÃO INTRÍNSECA VS. EXTRÍNSECA E O “TRABALHO DE FLEXÃO”

Os tendões flexores responsáveis pela flexão dos dedos são um caso especial, pois precisam **deslizar** por um túnel estreito (a bainha flexora, com suas roldanas) para funcionar. Isso gera uma tensão central na cirurgia dos tendões flexores e duas formas distintas de cicatrização:

- A **cicatrização intrínseca** ocorre graças às *próprias* células do tendão, nutridas pelo **líquido sinovial** dentro da bainha e por pequenas dobras vasculares chamadas **víncula**. Na maior parte, o tendão flexor é alimentado não por vasos sanguíneos, mas por esse líquido sinovial, que é ativamente bombeado para dentro do tendão (processo denominado **imbibição**) a cada vez que o dedo se dobra e se estica; portanto, o próprio movimento favorece a cicatrização. A cicatrização intrínseca reconstitui o tendão sem que ele adira às estruturas ao redor, permitindo assim seu deslizamento normal.
- A **cicatrização extrínseca** resulta da invasão de células e tecido cicatricial provenientes do *exterior*, da bainha e dos tecidos circundantes. Embora também promova a cicatrização do tendão, ela o cola à sua bainha, formando **aderências** que impedem seu deslizamento; conseqüentemente, o dedo não consegue se dobrar ou esticar completamente.

As técnicas modernas de reparo associadas ao movimento controlado precoce visam favorecer a cicatrização intrínseca e minimizar a formação de aderências.

É aqui que entra o chamado **“trabalho de flexão”**: a força que o músculo precisa gerar para efetivamente dobrar o dedo. Não se trata apenas do peso a ser movido; inclui também a *resistência ao deslizamento do tendão*: a fricção na bainha, a massa do próprio reparo cirúrgico, o inchaço pós-operatório e as roldanas tensas contribuem para esse valor. Caso o “trabalho de flexão” (a resistência) ultrapasse a capacidade de suporte do reparo, este **se abre ou rompe**, ou então o dedo simplesmente não se move, favorecendo a formação de aderências. Assim, o cirurgião precisa equilibrar duas exigências opostas: um reparo suficientemente resistente para suportar o movimento precoce, porém fino e liso o bastante para permitir o deslizamento com baixo “trabalho de flexão”. O movimento precoce só é viável quando ambas as condições são atendidas.

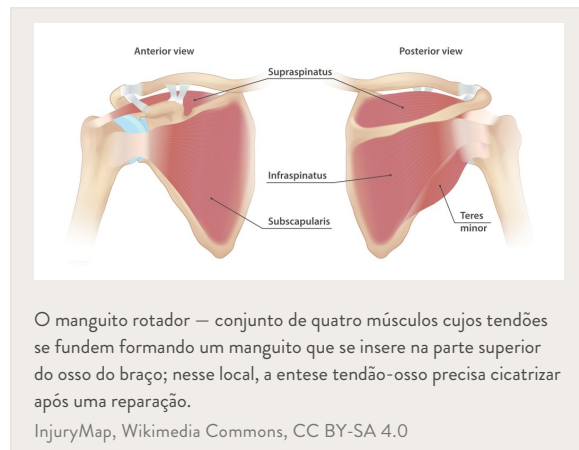
POR QUE A REPARAÇÃO DE UM FLEXOR FICA MAIS FRACA ANTES DE FICAR MAIS FORTE

Eis o aspecto contraintuitivo que explica todo o cronograma de reabilitação cuidadoso. Uma reparação tendínea **não** fica progressivamente mais forte a partir do primeiro dia; ela segue uma **curva em forma de U**:

- **Nos primeiros dias**, praticamente toda a resistência provém da **sutura**; o próprio tecido tendíneo contribui quase nada.
- **Durante a primeira a terceira semana**, as extremidades da tendão cortada na verdade **amolecem**: o corpo reabsorve e remodela o colágeno exatamente no local da reparação *antes* que o novo colágeno amadureça. Assim, toda a estrutura atinge seu ponto mais fraco nas primeiras semanas (geralmente entre o final da primeira semana e a terceira), mesmo que a ferida pareça cicatrizada e o dedo pareça normal.
- **Depois, a resistência aumenta**. À medida que o colágeno tipo III desorganizado é substituído por colágeno tipo I alinhado e entrecruzado, a reparação recupera e até ultrapassa sua resistência inicial; por volta da 12ª semana ela já é suficiente para a maioria das atividades cotidianas, continuando a amadurecer por muitos meses.

Essa queda na resistência é o motivo pelo qual a fisioterapia da mão é tão cuidadosamente planejada, e por que a ideia de “está tudo bem após três semanas” é um perigo: é justamente nesse período que a reparação tendínea está mais vulnerável. Movimentos suaves e controlados na fase inicial mantêm o deslizamento da tendão (favorecendo a cicatrização intrínseca) e alinham o novo colágeno *sem* sobrecarregar uma reparação que, biologicamente, está no seu ponto mais fraco. As rupturas tendíneas após reparação ocorrem com maior frequência nessas primeiras semanas vulneráveis, exatamente por esse motivo.

CICATRIZAÇÃO TENDÃO-OSSE: O MANGUITO ROTADOR E A ENTESE



A ruptura do manguito rotador representa um problema completamente distinto, pois, nesse caso, o tendão precisa cicatrizar novamente ao **osso**. A junção entre tendão e osso é uma estrutura notável chamada **entese**.

Em tecidos saudáveis, a entese constitui uma **transição gradual**, formada por aproximadamente quatro zonas: tendão → fibrocartilagem não calcificada → fibrocartilagem calcificada → osso. Esse gradiente suave, que vai do tendão macio e flexível ao osso duro e rígido, distribui as tensões, impedindo que o tendão se desprenda do osso numa fronteira abrupta.

O problema é que, após uma ruptura, **o corpo não consegue reconstituir essa transição gradual da entese**. O manguito reparado cicatriza através de uma **cicatriz fibrovascular** entre tendão e osso; essa cicatriz é mecanicamente mais fraca do que a transição original de quatro zonas, sendo um dos motivos pelos quais as reparações do manguito rotador podem **voltar a romper**, mesmo quando a cirurgia é bem executada.

É importante notar também que a maioria das rupturas do manguito rotador são de natureza **degenerativa, e não puramente traumática**: com o avançar da idade, o tendão — especialmente numa “**zona crítica**” onde a irrigação sanguínea é relativamente escassa, situada a cerca de um centímetro do ponto de inserção do tendão supraespinhoso no osso — enfraquece, se desfia e acaba por romper, muitas vezes sem nenhum trauma aparente (as verdadeiras rupturas traumáticas são raras antes dos 50 anos). A cirurgia reanexa o tendão à sua “área de inserção” óssea, porém atua contra o envelhecimento e contra tecidos de qualidade geralmente inferior. Portanto, a cicatrização do manguito rotador é, fundamentalmente, limitada por fatores biológicos: a operação restaura a anatomia, mas a efetiva cicatrização da junção tendão-osso depende da qualidade do tendão, do tamanho da ruptura, da idade do paciente, do tabagismo, do diabetes e de como a área reparada é protegida e submetida a cargas. Isso representa o oposto de um cenário como a laceração limpa de um flexor numa mão jovem: o mesmo tipo de tecido, porém um problema de cicatrização completamente distinto.

O QUE FAVORECE E O QUE PREJUDICA A CICATRIZAÇÃO DOS TENDÕES

- **Carga, aplicada de forma correta.** A aplicação controlada e progressiva de carga é a ferramenta mais eficaz para aumentar a força e o alinhamento dos tendões. Carga excessiva prematuramente pode causar a ruptura da cicatriz; carga insuficiente gera rigidez e aderências. A arte da reabilitação reside na dosagem adequada.

- **Aprovisionamento sanguíneo.** Tendões bem vascularizados cicatrizam melhor; as zonas hipovascularizadas (“áreas de transição”, como em partes do manguito rotador) cicatrizam pior.
- **Tabagismo, diabetes, corticosteroides e idade** prejudicam a cicatrização dos tendões e aumentam o risco de ruptura e de nova lesão.
- **Tempo.** Os tendões são tecidos de cicatrização lenta; é preciso meses para obter um ganho significativo de força, e a remodelação completa pode levar mais de um ano.

Ver também

- [Como o osso cicatriza e se remodela](#) – como se comporta a parte óssea em um reparo tendão-osso
- [Tabagismo e cicatrização musculoesquelética](#) – por que o tabagismo retarda a cicatrização de tendões e ossos
- [Injeções de corticoides](#) – uso e precauções dos esteroides ao redor dos tendões