

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 os cabos do corpo, cordas resistentes que conectam o músculo ao osso e transmitem a tração muscular para o movimento. Quando você dobra um dedo ou levanta o braço, são os tendões que realizam o trabalho de transferir essa força através da articulação. Os tendões são fortes, mas cicatrizam lentamente e de maneira específica, e *nem todos os tendões cicatrizam da mesma forma*. Um tendão flexor do dedo cortado e um tendão do manguito rotador rompido no ombro seguem histórias de cicatrização bastante diferentes, razão pela qual sua cirurgia e reabilitação são tão distintas. Esta página explica, em linguagem clara, o que são os tendões e como eles se regeneram, e depois aprofunda-se na biologia para os curiosos, incluindo por que um reparo de tendão flexor fica *mais fraco antes de ficar mais forte*, e por que o manguito rotador se une ao osso da maneira como o faz.

O que é um tendão e qual é a sua função

Um tendão é uma corda composta principalmente por **colágeno** (a mesma proteína resistente que confere flexibilidade aos ossos), organizada em feixes alinhados que seguem a linha de tração. Uma extremidade funde-se com o músculo; a outra ancora-se no osso. A sua função é simples, mas vital: transmitir a força gerada pelo músculo ao osso, permitindo o movimento da articulação. Alguns tendões também precisam de **deslizar**: os tendões flexores que dobram os dedos deslizam para a frente e para trás através de túneis estreitos sempre que se faz um punho.

Os tendões são tecido vivo, mas apenas por pouco: possuem relativamente poucas células e um suprimento sanguíneo escasso em comparação com o músculo ou a pele. Essa é uma das principais razões pelas quais cicatrizam lentamente.

Como os tendões cicatrizam

Quando um tendão é cortado ou rompido, ele cicatriza em três fases sobrepostas, assim como outros tecidos:

1. **Inflamação (primeira semana).** Forma-se um coágulo e as células de reparo migram para o local. Nesta fase, a junção é mantida principalmente pelos pontos cirúrgicos; o próprio tendão contribui com muito pouca resistência.
2. **Reparo (semanas).** As células depositam novo colágeno através do espaço, mas ele está desorganizado e é frágil inicialmente, semelhante a um feixe de fios amarrado às pressas em vez de uma corda bem estruturada.
3. **Remodelação (meses).** Com o tempo e o uso suave, esse colágeno desorganizado é gradualmente substituído e realinhado ao longo da linha de tração, e o tendão recupera sua resistência. Isso continua por muitos meses, frequentemente até um ano ou mais.

Um ponto fundamental: o tendão cicatriza principalmente pela formação de **cicatriz**, e não pelo crescimento perfeito do tecido original. O trecho reparado nunca fica tão íntegro quanto o original, razão pela qual a reabilitação cuidadosa e a paciência são tão importantes.

O que ajuda um tendão a cicatrizar

- **A quantidade certa de movimento.** Os tendões respondem à carga. Exercícios controlados e graduais (orientados por um cirurgião de mão ou fisioterapeuta) indicam ao colágeno em cicatrização como se organizar. Demasiado, demasiado cedo, rompe a reparação; demasiado pouco leva à rigidez e a um tendão aderido por tecido cicatricial.
- **Proteger a reparação precocemente.** Uma reparação tendinosa recente é frágil durante semanas, mesmo quando parece estar bem; siga as limitações do seu talabarte e das atividades para evitar que se separe.
- **Boa saúde geral.** Não fumar, controlar a diabetes e evitar esteroides desnecessários ajudam; o fumo, em particular, prejudica a cicatrização tendinosa.
- **Tempo.** O tendão é um tecido lento. A força real demora meses, não semanas.

Em profundidade

Esta seção aprofunda a explicação biológica em um nível mais detalhado, adequado ao ensino acadêmico. Não é necessário para compreender uma lesão tendinosa ou seu tratamento, mas, se você tiver curiosidade sobre *como* os tendões realmente funcionam e por que um tendão do dedo e um tendão do ombro cicatrizam de maneira tão diferente, continue a leitura.

TENDÃO COMO TECIDO VIVO

Um tendão é estruturado como uma **hierarquia** de colágeno, semelhante a uma corda feita de fios cada vez menores. As moléculas de colágeno agrupam-se em **fibrilas**, as fibrilas em **fibras**, as fibras em **fascículos** e os

fascículos formam o tendão como um todo; em cada nível, uma fina envoltura de tecido conjuntivo (o endotenão e o epitenão em torno do tendão inteiro) conduz os pequenos vasos sanguíneos e nervos. O colágeno é predominantemente do **tipo I**, excepcionalmente resistente à tensão e disposto quase perfeitamente paralelo à direção da tração.

Em repouso, as fibras apresentam um padrão ondulado e crimpado. Quando se aplica uma carga inicial a um tendão, este **crimp** alinha-se, o que explica por que um tendão é ligeiramente elástico no início da tração, antes de se tornar rígido e forte (possui uma pequena capacidade de deformação interna). O tendão é também **viscoelástico**: comporta-se de forma diferente consoante a velocidade com que é carregado (torna-se mais rígido quando carregado rapidamente) e sofre **fluência** (alongamento) lentamente sob uma carga sustentada.

As células vivas são os **tenócitos**, células fusiformes esparsas dispostas entre os feixes de colágeno. Mantêm e renovam muito lentamente a matriz. Como as células e os vasos sanguíneos são relativamente escassos, e algumas regiões de certos tendões são genuinamente **hipovasculares** (zonas de “limite” com um suprimento sanguíneo deficiente), a cicatrização do tendão é lenta, e são exatamente nessas zonas com fraco suprimento sanguíneo que alguns tendões tendem a romper e a cicatrizar mal.

COMO OS TENDÕES CICATRIZAM – E POR QUE ISSO OCORRE PRINCIPALMENTE POR MEIO DE CICATRIZ

As três fases acima, em mais detalhes: uma fase **inflamatória** (aproximadamente na primeira semana) que remove detritos e recruta células; uma fase **proliferativa** (cerca de uma a três semanas) na qual as células produzem grandes quantidades de **colágeno tipo III desorganizado**, de rápida deposição, porém mecanicamente fraco; e uma longa fase de **remodelação** (meses, até cerca de 18 meses) na qual esse colágeno tipo III é gradualmente substituído por colágeno tipo I forte e alinhado, entrelaçado e orientado ao longo da linha de carga.

O conceito crucial é que isso é **reparação por cicatriz, não regeneração**. O corpo preenche o defeito em vez de recriar o tendão original, perfeitamente organizado. O que transforma essa cicatriz inicial fraca em algo forte e alinhado é a carga mecânica. Essa é toda a justificativa por trás da reabilitação moderna dos tendões: força controlada, aplicada no momento certo, instrui literalmente a cicatriz a se tornar tendão.

CICATRIZAÇÃO DOS TENDÕES FLEXORES: INTRÍNSECA VS. EXTRÍNSECA, E O TRABALHO DA FLEXÃO

Os tendões flexores que dobram os seus dedos são um caso especial, pois têm de **deslizar** através de um túnel apertado (a bainha flexora, com as suas polias) para funcionar. Isso cria uma tensão no cerne da cirurgia dos flexores e duas formas diferentes pelas quais o tendão pode cicatrizar:

- A **cicatrização intrínseca** provém das próprias células do tendão, alimentadas pelo **líquido sinovial** no interior da bainha e por dobras de pequenos vasos sanguíneos chamadas **vincula**. O tendão flexor é alimentado em grande parte não por vasos sanguíneos, mas por esse líquido sinovial, que é bombeado ativamente para o tendão (um processo chamado **imbibição**) cada vez que o dedo dobra e estica; assim, o próprio movimento alimenta o tendão em cicatrização. A cicatrização intrínseca une o tendão novamente *sem* o colar aos tecidos circundantes, permitindo que continue a deslizar.

- A **cicatrização extrínseca** provém de células e de tecido cicatricial que invadem a partir do *exterior*, da bainha e dos tecidos circundantes. Também cicatriza o tendão, mas cola-o ao seu túnel, formando **aderências** que impedem o deslizamento, impedindo assim que o dedo dobre ou estique completamente.

A reparação moderna combinada com movimento precoce e controlado visa inclinar o equilíbrio em direção à cicatrização intrínseca e afastar-se das aderências.

É aqui que entra o **trabalho da flexão**: a força que o músculo tem de gerar para efetivamente flexionar o dedo. Não é apenas o peso a ser movido; é a *resistência ao deslizamento do tendão*: o atrito na bainha, o volume da própria reparação, o inchaço pós-operatório e as polias apertadas tudo contribuem para isso. Se o trabalho da flexão (a resistência) aumentar além do que a reparação consegue suportar, a reparação **abre ou rompe**, ou o dedo simplesmente não se move e instalam-se as aderências. Assim, o cirurgião está a equilibrar duas exigências concorrentes: uma reparação forte o suficiente para tolerar o movimento precoce, mas suficientemente fina e lisa para deslizar com um baixo trabalho de flexão. O movimento precoce só funciona se ambos os objetivos forem alcançados.

POR QUE UM REPARO DO FLEXOR FICA MAIS FRACO ANTES DE FICAR MAIS FORTE

Aqui está a parte contra-intuitiva que explica todo o cronograma cauteloso de reabilitação. Um reparo de tendão **não** fica mais forte de forma constante a partir do primeiro dia. Ele segue uma **curva em U**:

- **Nos primeiros dias**, praticamente toda a força vem da **sutura**; o próprio tecido do tendão adiciona quase nada.
- **Ao longo das primeiras uma a três semanas**, as extremidades cortadas do tendão realmente **amolecem**: o corpo reabsorve e remodela o colágeno exatamente no local do reparo *antes* que o novo colágeno amadureça. Portanto, toda a construção atinge seu ponto mais fraco nas primeiras semanas (geralmente por volta do final da primeira semana até a terceira), mesmo que a ferida pareça cicatrizada e o dedo pareça estar bem.
- **Depois, a força aumenta**. À medida que o colágeno tipo III desorganizado é substituído pelo colágeno tipo I alinhado e reticulado, o reparo recupera e depois excede sua força inicial, atingindo nível suficiente para a maioria das atividades diárias por volta das 12 semanas e continuando a amadurecer por muitos meses.

Essa queda é a razão pela qual a terapia da mão é tão cuidadosamente escalonada, e por que “parece estar bem em três semanas” é uma armadilha: esse é frequentemente o momento em que o reparo está mais vulnerável. O movimento suave e controlado na fase inicial mantém o deslizamento do tendão (favorecendo a cicatrização intrínseca) e alinha o novo colágeno *sem* sobrecarregar um reparo que, biologicamente, está em seu ponto mais fraco. As rupturas tendíneas após o reparo concentram-se nessas primeiras semanas vulneráveis exatamente por essa razão.

CICATRIZAÇÃO TENDÃO-ÓSSEA: O MANGUITO ROTADOR E A ENTESE

Um rompimento do manguito rotador é um problema completamente diferente, pois, neste caso, o tendão precisa se cicatrizar de volta ao **osso**, e a junção entre o tendão e o osso é uma estrutura notável chamada **entese**.

Em tecido saudável, a entese é uma **transição graduada**, construída aproximadamente em quatro zonas: tendão → fibrocartilagem não calcificada → fibrocartilagem calcificada → osso. Este gradiente suave, que vai do tendão macio e flexível ao osso duro e rígido, distribui o estresse, evitando que o tendão macio seja simplesmente arrancado do osso duro em uma fronteira abrupta.

O problema é que, uma vez rompido, **o corpo não consegue reconstruir aquela entese graduada**. Um manguito reparado cicatriza por meio de uma **cicatriz fibrovascular** entre o tendão e o osso, mecanicamente mais fraca do que a transição original de quatro zonas, sendo esta uma das razões pelas quais os reparos do manguito rotador podem **reromper** apesar de uma cirurgia bem realizada.

Também é importante destacar que a maioria dos rompimentos do manguito rotador são **degenerativos, e não puramente traumáticos**: com o avançar da idade, o tendão, particularmente em uma **“zona crítica”** relativamente pouco vascularizada, a cerca de um centímetro do local onde o tendão do supraespinhal se encontra com o osso, enfraquece, desfibra e rompe com pouco ou nenhum trauma (rompimentos verdadeiros do manguito são raros antes dos 50 anos). A cirurgia reativa o tendão à sua “pegada” óssea, mas o procedimento enfrenta o envelhecimento e, frequentemente, tecido de qualidade geralmente deficiente. Portanto, a cicatrização do manguito é fundamentalmente limitada pela biologia: a operação restaura a anatomia, mas se a junção tendão-óssea cicatriza verdadeiramente depende da qualidade do tendão, do tamanho do rompimento, da idade, do tabagismo, do diabetes e de como o reparo é protegido e submetido a carga. Este é o extremo oposto do espectro em relação a um corte limpo dos flexores em uma mão jovem: mesmo tecido, problema de cicatrização muito diferente.

O QUE AJUDA E PREJUDICA A CICATRIZAÇÃO DOS TENDÕES

- **Carga, corretamente dosada.** A carga controlada e progressiva é a ferramenta mais poderosa para fortalecer o tendão e melhorar seu alinhamento. Carga excessiva e precoce rompe o reparo; carga insuficiente causa rigidez e aderências. A arte da reabilitação está na dosagem.
- **Suprimento sanguíneo.** Tendões bem vascularizados cicatrizam melhor; zonas hipóxicas de “zona de fronteira” (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 retrorrompe.
- **Tempo.** O tendão é um tecido de cicatrização lenta; a força significativa leva meses, e o remodelamento completo pode ultrapassar um ano.

Veja também

- [Como o osso cicatriza e se remodela](#) – como o lado ósseo de uma reparação tendão-ósseo se comporta
- [Tabagismo e cicatrização musculoesquelética](#) – por que o tabagismo retarda a cicatrização de tendões e ossos
- [Injeções de corticosteroides](#) – corticosteroides ao redor dos tendões: indicações e precauções