

Como os Músculos Funcionam e se Recuperam

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

Os músculos são os motores do corpo: convertem as instruções do cérebro em movimento e força, e compõem uma grande parte do seu peso corporal. Diferentemente da cartilagem, o músculo possui a capacidade genuína de reparar e até mesmo reconstruir a si mesmo, graças a uma reserva de células-tronco especializadas. No entanto, esse processo de reparo tem limites: uma pequena distensão cicatriza bem, enquanto uma ruptura extensa ou uma lesão negligenciada por longo tempo pode cicatrizar com tecido cicatricial e nunca recuperar totalmente a sua função. Esta página explica, em linguagem clara, o que é o músculo e como ele se repara; em seguida, para os curiosos, aprofunda-se em como o músculo realmente se contrai e por que algumas lesões deixam fraqueza duradoura.

O que é o músculo e o que ele faz

Um músculo é um feixe de células longas e semelhantes a fios (fibras musculares) empacotadas juntas como as cordas de uma corda e ancoradas ao osso por tendões. Quando o cérebro envia um sinal através de um nervo, as fibras musculares se encurtam, puxando o tendão e movendo a articulação. Essa é a sua função completa: converter um sinal elétrico e energia química em força de tração.

O músculo é ricamente vascularizado, razão pela qual sangra e forma hematomas quando rompido, mas também por isso possui uma capacidade de cicatrização muito superior à de tecidos pouco vascularizados, como a cartilagem.

Como o músculo se cura

Após uma distensão ou ruptura, o músculo se cura em etapas sobrepostas:

1. **Sangramento e inflamação (primeiros dias).** A lesão sangra e incha; células de limpeza migram para o local. Esta é a fase dolorosa e com hematomas.
2. **Regeneração (primeiras semanas).** Células-tronco de reserva ativam-se e formam novas fibras musculares para preencher o espaço (músculo genuíno novo, não apenas cicatriz).

3. **Remodelação (semanas a meses).** A nova fibra amadurece e realinha-se com o uso, e a força retorna gradualmente.

A questão é que a regeneração e a cicatrização competem. Uma pequena lesão limpa regenera bem. Uma ruptura grande deposita cicatriz fibrosa (e, por vezes, gordura) mais rapidamente do que o novo músculo pode se formar, e a cicatriz é mais fraca e menos elástica do que o músculo. É por isso que rupturas grandes, e rupturas deixadas por tempo excessivo, podem deixar fraqueza permanente.

O que ajuda na recuperação muscular

- **Movimento precoce e graduado.** O movimento suave e, em seguida, o carregamento progressivo orientam o novo músculo a reconstruir-se e alinhar-se; o repouso completo prolongado causa atrofia e rigidez.
- **Não exagerar no início.** Carregar demasiado uma ruptura recente causa nova lesão e favorece a formação de cicatrizes.
- **Boa saúde geral.** A ingestão adequada de proteínas, não fumar e o controlo adequado da diabetes apoiam todos a reparação.
- **Tratamento atempado de rupturas grandes.** Algumas rupturas completas (por exemplo, certas rupturas tendão-musculares) beneficiam de uma reparação imediata, antes que o músculo se retrai e atrofie.

Em mais profundidade

Esta seção avança para uma explicação mais detalhada, de nível estudantil. Não é necessária para compreender uma lesão muscular, mas se você tiver curiosidade sobre *como* um músculo realmente gera força e por que algumas lesões não se recuperam totalmente, continue lendo.

O MÚSCULO COMO TECIDO VIVO

Um músculo inteiro é construído como uma **hierarquia**, semelhante a um cabo de cabos: o músculo contém feixes (fascículos) de longas **fibras musculares**, cada fibra é uma única célula grande repleta de **miofibrilas** em forma de fio, e cada miofibrila é uma cadeia de minúsculas unidades contráteis chamadas **sarcômeros**. O sarcômero é onde a força é gerada. Trata-se de uma disposição precisa e repetitiva de dois filamentos entrelaçados: filamentos grossos de uma proteína chamada **miosina** e filamentos finos de **actina**.

Cada fibra pertence a uma **unidade motora**: uma célula nervosa e todas as fibras musculares que ela controla. Movimentos finos (como os da mão) utilizam unidades motoras pequenas; movimentos poderosos utilizam unidades maiores. As fibras também se dividem em tipos: **de contração lenta** (resistentes à fadiga, para resistência e postura) e **de contração rápida** (poderosas, mas que se cansam rapidamente).

COMO UM MÚSCULO SE CONTRAI

A contração é o mecanismo de **filamentos deslizantes**. Quando um sinal nervoso chega à **junção neuromuscular** (a sinapse onde o nervo encontra o músculo; consulte [como os nervos funcionam](#)), ele libera

uma substância química que faz a fibra muscular disparar seu próprio impulso elétrico. Esse impulso desencadeia uma inundação de **cálcio** dentro da fibra, que expõe os sítios de ligação nos filamentos de actina. As cabeças de miosina então agarram a actina e a puxam para dentro (como uma equipe de puxar corda puxando uma corda mão sobre mão), de modo que os filamentos grossos e finos deslizam uns sobre os outros e o sarcômero se encurta. Multiplique isso por bilhões de sarcômeros e o músculo inteiro se contrai. Tudo isso depende de **ATP**, a moeda energética da célula; quando o ATP se esgota, o músculo fadiga.

COMO O MÚSCULO SE CURA: CÉLULAS SATÉLITES VERSUS CICATRIZ

O segredo da reparação muscular é a **célula satélite**, uma célula-tronco de reserva posicionada contra cada fibra muscular. Após a lesão, as células satélites ativam-se, multiplicam-se e fundem-se para formar novas fibras musculares. A cicatrização ocorre em três fases: **destruição** (hemorragia e inflamação), **regeneração** (as células satélites reconstruem a fibra) e **remodelação** (a nova fibra amadurece com a carga).

No entanto, a regeneração está em conflito com a **fibrose**. Moléculas inflamatórias e de sinalização, especialmente uma chamada **TGF-β1**, estimulam os fibroblastos a depositar colénio cicatricial. Em lesões pequenas, a regeneração vence. Em lesões grandes ou repetidamente lesadas, a cicatriz (e por vezes a gordura) vence, produzindo um tecido mecanicamente inferior ao músculo verdadeiro. É por isso que as lesões musculares graves têm uma recuperação incompleta.

INFILTRAÇÃO GORDUROSA E O MANGUITO ROTADOR

Uma versão clinicamente importante disso ocorre no **manguito rotador** do ombro. Quando um tendão do manguito se rompe e fica sem tratamento, o músculo anexado retrai-se lentamente, atrofia e é substituído por gordura (infiltração gordurosa). Essa alteração gordurosa e atrofica é amplamente irreversível, mesmo que o tendão seja reparado posteriormente, e um músculo que degenerou nunca recuperará totalmente a sua força. Esta é uma das principais razões pelas quais os cirurgiões se preocupam com o *tempo* de certas reparações tendinosas: repará-lo antes que o músculo sofra degeneração proporciona um resultado muito melhor.

USE-O OU PERDE-O: ATROFIA E ADAPTAÇÃO

Muscle is constantly tuned to demand. Load it progressively and it **hypertrophies**: the fibres enlarge and strengthen (with satellite cells donating nuclei to support the bigger fibre). Unload it (bed rest, a cast, or a cut nerve) and it **atrophies** rapidly, losing size and strength within weeks. Muscle cut off from its nerve (**denervation**) wastes fastest of all and, if the nerve doesn't recover in time, the muscle is eventually replaced by fat and fibrous tissue. This is why rehabilitation and keeping muscles active during recovery matter so much.

O QUE AJUDA E PREJUDICA A CICATRIZAÇÃO MUSCULAR

- **A carga progressiva** é o estímulo fundamental para a regeneração e o realinhamento; carga excessiva e precoce causa novo rompimento e formação de cicatriz.
- **O suprimento sanguíneo** é bom no músculo, razão pela qual ele cicatriza melhor do que a cartilagem ou as partes internas dos tendões.
- **Tabagismo, diabetes, envelhecimento e corticosteroides** prejudicam o reparo e aceleram a atrofia.

- **O tempo e o tamanho da lesão** determinam o limite de recuperação: distensões leves recuperam-se totalmente; grandes rupturas e músculos degenerados não.

Veja também

- [Como os nervos funcionam e se recuperam](#) – o nervo e a placa motora terminal que controlam o músculo
- [Como os tendões funcionam e se recuperam](#) – como a tração muscular chega ao osso
- [Tabagismo e recuperação musculoesquelética](#) – por que o tabagismo retarda a reparação muscular