

Como a Cartilagem Funciona (e Por Que Ela Tem Dificuldade para se Reparar)

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

A cartilagem é a superfície lisa e brilhante que reveste as extremidades dos ossos dentro de uma articulação. É um dos materiais mais notáveis do corpo: mais escorregadia que o gelo, capaz de amortecer uma vida inteira de cargas e, no entanto, ao contrário do osso e do tendão, tem quase **nenhuma capacidade de se reparar**. Esse único fato explica por que os danos à cartilagem e a osteoartrite são problemas tão persistentes e por que proteger sua cartilagem é tão importante. Esta página explica, em linguagem clara, o que é a cartilagem e por que ela cicatriza tão mal; em seguida, para os curiosos, aprofunda-se na engenharia fascinante desse tecido e na biologia ativa por trás do que casualmente chamamos de “desgaste e lágrima”.

O que é a cartilagem e qual é a sua função

A cartilagem a que nos referimos aqui, a **cartilagem articular**, é o revestimento firme, liso e branco, com apenas alguns milímetros de espessura, nas extremidades dos ossos onde se articulam numa articulação. Ela desempenha duas funções de forma excelente:

- É uma **superfície de deslizamento quase sem atrito**, de modo que os ossos de uma articulação deslizam uns sobre os outros com resistência quase nula.
- É um **amortecedor**, distribuindo a carga por toda a articulação e protegendo o osso subjacente contra impactos.

A cartilagem é um tecido vivo, mas de um tipo incomum: **não possui vasos sanguíneos nem nervos**. A ausência de nervos explica por que uma superfície cartilaginosa desgastada não causa dor (a dor da artrite provém de outras estruturas). A falta de suprimento sanguíneo é a principal causa da sua grande fraqueza: ela não consegue cicatrizar da mesma forma que a pele ou o osso.

Por que a cartilagem tem dificuldade em se regenerar

Em quase todo o resto do corpo, a cicatrização começa com o sangramento: forma-se um coágulo, células inflamatórias chegam e os fatores de crescimento ativam o processo de reparo. A cartilagem não possui suprimento sanguíneo, portanto, uma lesão nela não conta com esse mecanismo. Além disso, suas poucas células residentes estão aprisionadas na matriz circundante e não conseguem migrar até a lesão para repará-la.

O resultado é que um arranhão ou fissura confinado à cartilagem tende a permanecer inalterado. Danos que se estendem mais profundamente (através da cartilagem e até o osso subjacente) podem ser preenchidos, mas com uma “**fibrocartilagem**” **semelhante a uma cicatriz**, que é mais fraca e menos durável que o tecido original. Assim, os danos à cartilagem tendem a ser permanentes e de progressão lenta, o que explica exatamente por que a prevenção e a proteção são tão importantes.

O que ajuda a proteger sua cartilagem

- **Mantenha-se ativo.** A cartilagem é nutrida pelo líquido articular, que é bombeado para dentro e para fora conforme você se move; a atividade regular e confortável a nutre, enquanto longos períodos de inatividade a privam de nutrientes.
- **Mantenha um peso saudável.** Cada quilo representa uma carga adicional sobre as superfícies articulares.
- **Fortaleça os músculos ao redor da articulação.** Músculos fortes dividem a carga e absorvem os impactos, protegendo a cartilagem.
- **Cuide das lesões.** Uma articulação frouxa ou instável desgasta sua cartilagem mais rapidamente; tratar a instabilidade protege a superfície.

Em profundidade

Esta seção aprofunda a explicação biológica em um nível mais detalhado, adequado ao ensino acadêmico. Não é necessária para compreender um problema na cartilagem ou seu tratamento, mas, se você tiver curiosidade sobre *como* a cartilagem pode ser mais escorregadia que o gelo e por que o “desgaste” é, na verdade, uma doença ativa, continue a leitura.

A CARTILAGEM COMO TECIDO VIVO

A cartilagem articular é um tipo chamado **cartilagem hialina**. Ela é composta por uma dispersão esparsa de células (**condrócitos**) cercadas por um volume enorme de **matriz** que essas células fabricam e mantêm. A matriz é o segredo de tudo o que a cartilagem faz. É uma rede de fibras de **colágeno tipo II**, preenchida com moléculas grandes, em forma de escova de garrafa, que atraem intensamente a água, chamadas **proteoglicanos** (principalmente **agrecana**), e aproximadamente 70–80% de água. A rede de colágeno resiste à separação por tração; a agrecana absorve água e gera uma **pressão de inchaço** que resiste à compressão. Em efeito, a cartilagem é uma esponja cheia de água mantida sob tensão dentro de uma rede de fibras.

Ela também é exclusivamente isolada: sem vasos sanguíneos, sem nervos, sem linfáticos. Os condrócitos estão situados em pequenas câmaras (lacunas), mantêm lentamente seu trecho de matriz e não podem se mover.

O ROLAMENTO QUASE SEM ATRITO: COMO A CARTILAGEM SUPORTA CARGA

A cartilagem é um dos materiais mais escorregadios conhecidos: seu coeficiente de atrito é de aproximadamente **0,001**, inferior ao do gelo deslizando sobre gelo. Ela consegue isso com dois mecanismos atuando em conjunto.

Primeiro, ela é **bifásica**, uma matriz sólida impregnada de fluido. Quando uma articulação é submetida a carga, a água aprisionada não consegue escapar instantaneamente, portanto, pressuriza-se e suporta a carga, inicialmente mais de 90% dela. É a pressão do fluido, e não a estrutura sólida, que suporta a força, de maneira semelhante a ficar em pé sobre uma cama d'água. À medida que o ponto de contato se move (porque você continua se movendo), o fluido é expelido à frente e reabsorvido atrás. Essa **pressurização do fluido intersticial** é a principal razão pela qual a cartilagem pode suportar cargas enormes com tão pouco atrito ou desgaste.

Segundo, a superfície possui uma **camada limite** escorregadia de moléculas, incluindo **lubrificina** (também chamada de PRG4) e **ácido hialurônico** do fluido articular, formando um filme hidratado que impede que as duas superfícies entrem em contato direto.

A matriz também está organizada em

zonas: as fibras de colágeno correm paralelas à superfície na zona superior (superficial), mantendo a camada lubrificante e resistindo ao cisalhamento; elas tornam-se mais aleatórias na zona média; e ancoram-se verticalmente na zona profunda, em uma **camada de cartilagem calcificada** (separada por uma linha chamada de marca d'água) que fixa firmemente a cartilagem macia ao osso duro, o mesmo desafio de engenharia de unir materiais macios a duros que a inserção tendinosa resolve.

POR QUE A CARTILAGEM CICATRIZA POUCO

Juntando as peças, a má cicatrização faz sentido:

- **A ausência de suprimento sanguíneo** significa ausência de coágulo, de células inflamatórias e de nenhum dos fatores de crescimento que impulsionam a reparação em outros locais.
- **As células não podem ajudar muito**: os condrócitos são escassos, estão confinados na matriz e não migram nem se multiplicam o suficiente para preencher um defeito.
- **A profundidade determina a resposta**. Um defeito **parcial** confinado à cartilagem nunca atinge o sangue ou a medula, portanto, praticamente não há resposta reparadora. Um defeito **total** que rompe a barreira e atinge o osso subcondral permite que células da medula e sangue inundem a área, preenchendo o defeito, mas com **fibrocartilagem** (colágeno tipo I, pobre em proteoglicanos), que é mecanicamente inferior e se desgasta mais rapidamente do que a verdadeira cartilagem hialina.

Essa é a frustração central da cirurgia da cartilagem: podemos preencher um defeito, mas não com o tecido original.

COMO A CARTILAGEM É NUTRIDA

Sem vasos sanguíneos próprios, a cartilagem é nutrida por **difusão a partir do líquido sinovial (articular)**, e essa difusão é impulsionada pelo **movimento e pela carga**. Cada vez que a articulação é carregada e descarregada, o fluido e os nutrientes são bombeados para dentro e para fora da cartilagem (de forma semelhante à maneira como o movimento dos dedos nutre um tendão flexor em cicatrização). Portanto, a cartilagem realmente **precisa de carga cíclica para permanecer saudável**: a imobilização prolongada ou a descarga a degradam, enquanto a atividade moderada e regular a mantém. A frase do fisioterapeuta de que “o movimento é o melhor remédio” tem uma base biológica real aqui.

OSTEOARTRITE: QUANDO A CARTILAGEM SE DEGRADA

Osteoarthritis (OA) is usually called “wear and tear”, but that understates it: it is an active biological process, not just mechanical erosion.

Set off by mechanical overload, injury, ageing or joint instability, the chondrocytes switch into a destructive mode. They ramp up matrix-digesting enzymes (**MMPs** such as MMP-13, and **aggrecanases** such as ADAMTS-4 and -5) that chew through the type II collagen and aggrecan faster than they can be replaced. The matrix loses its water-holding proteoglycan, softens, and frays. The chondrocytes also change character (a shift called **hypertrophy**), the cartilage begins to calcify and admit blood vessels, the **subchondral bone** thickens and throws up bony spurs (**osteophytes**), and the joint lining (**synovium**) becomes mildly inflamed, releasing signals such as IL-1 and TNF that feed the cycle. Because cartilage cannot regenerate, this is largely a one-way street, which is why OA care centres on offloading, strengthening and weight management, and, when the cartilage is finally gone, joint replacement.

REPARAÇÃO DA CARTILAGEM: POR QUE É TÃO DIFÍCIL

Uma variedade de procedimentos cirúrgicos tenta restaurar uma superfície danificada, e o motivo de nenhum deles ser uma solução perfeita remete diretamente à biologia descrita acima:

- **Microfratura** perfura pequenos orifícios no osso subcondral para permitir a entrada de células da medula. Elas formam **fibrocartilagem**, que é útil a curto prazo, mas tende a se deteriorar após alguns anos.
- **Transferência osteocondral (OATS / mosaicplastia)** transfere plugs de cartilagem e osso de uma parte pouco carregada da articulação. Esta é cartilagem hialina real, mas o suprimento é limitado.
- **Terapia celular (ACI / MACI)** cultiva os próprios condrocitos do paciente em laboratório e os reimplanta; essa abordagem é promissora, mas tecnicamente exigente e ainda imperfeita.

Nenhum método recria de forma confiável a cartilagem hialina original com sua arquitetura zonal precisa e lubrificação. Quando a cartilagem de toda uma articulação está desgastada, a solução definitiva continua sendo a **substituição articular**.

O QUE AJUDA E PREJUDICA A CARTILAGEM

- **O movimento e a carga moderada** nutrem e mantêm a cartilagem; a imobilização prolongada a prejudica.
- **O excesso de peso e a instabilidade articular** aceleram a degeneração; **os músculos fortes ao redor** a protegem.

- **As lesões**, especialmente aquelas que desestabilizam uma articulação ou danificam a superfície, aumentam o risco a longo prazo de osteoartrite.
- E a dura verdade que permeia toda esta página: uma vez significativamente danificada, a cartilagem **não se regenera**. Para quase nenhum outro tecido a prevenção é tão importante.

Veja também

- [Osteoartrite](#) – o que acontece quando a cartilagem se degrada em uma articulação
- [Como o osso se cura e se remodela](#) – o osso subcondral que fica abaixo da cartilagem
- [Permanecer ativo para a saúde articular](#) – por que o movimento protege suas articulações
- [Peso, obesidade e saúde articular](#) – como a carga afeta a cartilagem