

Como funciona a cartilagem (e por que tem dificuldade em cicatrizar)

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 recobre as extremidades dos ossos dentro de uma articulação. É um dos materiais mais extraordinários do corpo: mais escorregadio que o gelo, capaz de amortecer o impacto de cargas ao longo de toda a vida; contudo, ao contrário do osso e do tendão, praticamente **não tem capacidade de se reparar**. Este fato, por si só, explica por que os danos à cartilagem e a osteoartrite são problemas tão difíceis de resolver, e por que é tão importante proteger a cartilagem. Esta página explica, em linguagem simples, o que é a cartilagem e por que sua recuperação é tão limitada; para quem se interessar, aprofunda-se ainda na incrível estrutura desse tecido e na biologia por trás do que chamamos informalmente de “desgaste”.

O que é a cartilagem e qual 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, que cobre as extremidades dos ossos onde estes se encontram nas articulações. Ela desempenha duas funções de forma exemplar:

- É uma **superfície de deslizamento quase sem atrito**, permitindo que os ossos de uma articulação deslizem um sobre o outro praticamente sem resistência.
- Atua como uma **amortecedora**, distribuindo a carga pela articulação e protegendo o osso subjacente contra impactos.

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

Por que a cartilagem tem dificuldade em cicatrizar

Em quase todas as outras partes do corpo, a cicatrização começa com o sangramento: forma-se um coágulo, células inflamatórias chegam ao local e os fatores de crescimento ativam o processo de reparo. A cartilagem, porém, não possui suprimento sanguíneo; portanto, uma lesão nela não recebe nada disso. Além disso, as poucas

células presentes na cartilagem ficam presas ao material circundante e não conseguem se deslocar até o local da lesão para repará-la.

O resultado é que um arranhão ou fissura restrito à cartilagem tende a permanecer ali. Lesões mais profundas – que atingem a cartilagem e o osso subjacente – podem ser preenchidas, mas por um “**fibrocartilagem**” **semelhante a uma cicatriz**, que é mais fraca e menos resistente que a cartilagem original. Por isso, os danos à cartilagem costumam ser permanentes e evoluir lentamente; é exatamente por esse motivo que a prevenção e a proteção são tão importantes.

O que ajuda a proteger sua cartilagem

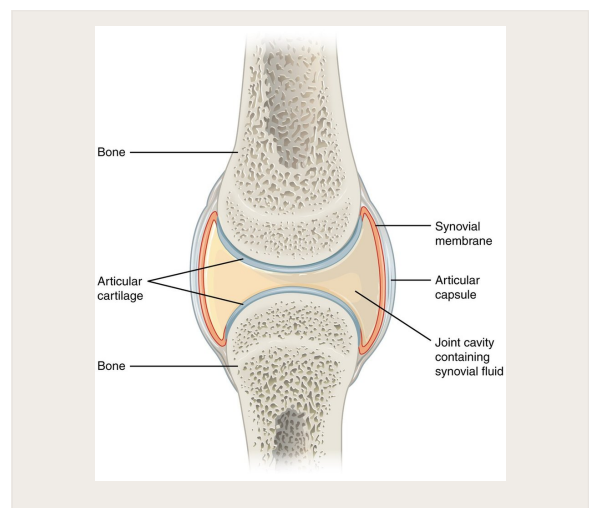
- **Mantenha-se em movimento.** A cartilagem é nutrida pelo líquido sinovial, que é bombeado para dentro e para fora da articulação durante o movimento; atividades regulares e confortáveis a nutrem, enquanto períodos prolongados de inatividade a deixam desnutrida.
- **Mantenha um peso saudável.** Cada quilograma extra representa carga adicional sobre as superfícies articulares.
- **Fortaleça os músculos ao redor da articulação.** Músculos fortes compartilham a carga e absorvem o impacto, protegendo a cartilagem.
- **Cuide de eventuais lesões.** Uma articulação instável ou flutuante desgasta a cartilagem mais rapidamente; tratar essa instabilidade protege a superfície articular.

Em maior profundidade

Esta seção oferece uma explicação mais detalhada, adequada para estudantes, sobre a biologia do tecido cartilaginoso. Ela não é necessária para compreender um problema na cartilagem ou seu tratamento; porém, se você tem curiosidade sobre *como* a cartilagem pode ser mais escorregadia que o gelo e por que o “desgaste natural” é, na verdade, uma doença ativa, continue lendo.

A CARTILAGEM COMO TECIDO VIVO

A cartilagem articular é um tipo conhecido como **cartilagem hialina**. É formada por uma distribuição esparsa de células (**condrócitos**) cercadas por um volume enorme de **matriz** que essas células produzem e mantêm. A matriz é o segredo de todas as funções da cartilagem. Trata-se de uma rede de fibras de **colágeno tipo II**, preenchida por grandes moléculas em formato de escova de garrafa, altamente atraentes para a água, chamadas **proteoglicanos** (principalmente **agrecano**), além de aproximadamente 70–80% de água. A rede de colágeno impede que a matriz seja esticada; o agrecano atrai água e



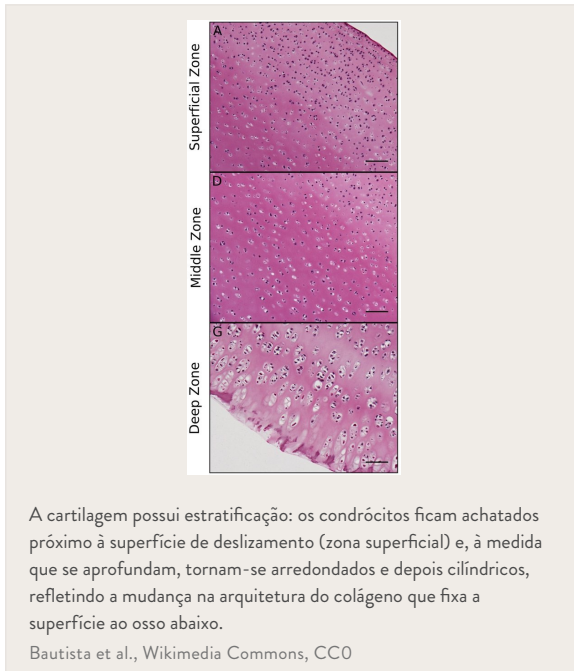
gera uma **pressão de inchaço** que impede que a cartilagem seja comprimida. Na prática, a cartilagem é uma esponja cheia de água mantida sob tensão dentro de uma rede fibrosa.

A cartilagem articular reveste as extremidades dos ossos dentro de uma articulação sinovial, ficando imersa no líquido sinovial, que a lubrifica e nutre.

OpenStax, Anatomy & Physiology, CC BY 3.0

Além disso, ela é excepcionalmente isolada: não possui vasos sanguíneos, nervos nem vasos linfáticos. Os condrócitos ficam em pequenas câmaras (lacunas), mantêm lentamente sua porção de matriz e não conseguem se mover.

O ROLAMENTO QUASE SEM ATRITO: COMO A CARTILAGEM SUPORTA CARGAS



A cartilagem é um dos materiais mais escorregadios conhecidos: seu coeficiente de atrito é de aproximadamente **0,001**, valor inferior ao do gelo deslizando sobre gelo. Isso é possível graças à ação conjunta de dois mecanismos.

Primeiro, a cartilagem é **bifásica**: trata-se de uma matriz sólida impregnada de fluido. Quando uma articulação é submetida a carga, a água retida não consegue escapar imediatamente; assim, gera-se pressão que suporta a carga, inicialmente responsável por mais de 90% dela. Nesse caso, é a pressão do fluido, e não a estrutura sólida, que absorve a força, de forma semelhante a ficar em cima de um colchão d'água. À medida que o ponto de contato se desloca (devido aos movimentos do corpo), o fluido flui para a frente e é novamente absorvido atrás. Essa **pressurização do fluido intersticial** é o principal motivo

pelo qual a cartilagem consegue suportar cargas enormes com tão pouco atrito ou desgaste.

Segundo, a superfície da cartilagem possui uma **camada limítrofe** escorregadia, composta por moléculas como a **lubricina** (também chamada de PRG4) e o **ácido hialurônico** proveniente do líquido sinovial; essa camada hidratada impede que as duas superfícies entrem em contato direto.

Além disso, a matriz cartilaginosa apresenta **zonas distintas**: nas camadas superiores, as fibras de colágeno correm paralelamente à superfície, mantendo a camada lubrificante e resistindo à força de cisalhamento; na zona intermediária, elas tornam-se mais aleatórias; já na zona profunda, orientam-se verticalmente, fixando-se numa **camada de cartilagem calcificada** (separada da matriz por uma linha chamada “linha de Tidemark”). Essa estrutura une firmemente a cartilagem mole ao osso duro – um desafio de engenharia semelhante ao enfrentado pelas inserções tendinosas, que também precisam ligar tecidos moles a tecidos duros.

POR QUE A CARTILAGEM QUASE NÃO CICATRIZA

Ao juntar todas as peças, fica claro por que a cicatrização é tão deficiente:

- **Ausência de suprimento sanguíneo:** isso significa ausência de coágulo, de células inflamatórias e de quaisquer fatores de crescimento responsáveis pela reparação em outras regiões.
- **As células pouco podem fazer:** os condrócitos são poucos, encontram-se “presos” na matriz extracelular e não migram nem se multiplicam o suficiente para preencher uma lacuna.
- **A profundidade do defeito determina a resposta:** um defeito de **espessura parcial** restrito à cartilagem jamais atinge o sangue ou a medula óssea, portanto praticamente não gera resposta reparadora. Já um defeito de **espessura total** que atinge o osso subcondral permite a entrada de células da medula e sangue, que preenchem a lacuna; porém, formam **fibrocartilagem** (rica em colágeno tipo I e pobre em proteoglicanos), que é mecanicamente inferior e se desgasta mais rapidamente do que a verdadeira cartilagem hialina.

Esse é o grande desafio da cirurgia de cartilagem: conseguimos preencher o defeito, mas não com o tipo de cartilagem adequado.

COMO A CARTILAGEM É NUTRIDA

Como não possui vasos sanguíneos próprios, a cartilagem é nutrida por **difusão do líquido sinovial (da articulação)**, sendo essa difusão impulsionada pelo **movimento e pela carga**. Sempre que a articulação é submetida a carga e depois descarregada, o líquido e os nutrientes são bombeados para dentro e para fora da cartilagem (de forma semelhante ao modo como o movimento dos dedos nutre um tendão flexor em processo de cicatrização). Portanto, a cartilagem realmente **precisa de cargas cíclicas para permanecer saudável**: a imobilização ou ausência de carga por longos períodos a degrada, enquanto atividades moderadas e regulares a mantêm em bom estado. O ditado do fisioterapeuta “movimento é lubrificação” tem, nesse caso, uma base biológica real.

OSTEOARTRITE: QUANDO A CARTILAGEM SE DEGRADA

A osteoartrite (OA) é geralmente descrita como “desgaste natural”, mas isso não expressa toda a realidade: trata-se de um processo biológico ativo, não apenas de erosão mecânica.

Desencadeada por sobrecarga mecânica, lesões, envelhecimento ou instabilidade articular, a cartilagem entra em um modo destrutivo. Os condrócitos aumentam a produção de enzimas digestoras da matriz (**MMPs**, como a MMP-13, e **agrecanases**, como ADAMTS-4 e -5), que degradam o colágeno tipo II e a agrecana mais rapidamente do que eles podem ser repostos. A matriz perde seus proteoglicanos responsáveis pela retenção de água, torna-se mais mole e se desfaz. Os condrócitos também sofrem alterações morfológicas (**hipertrofia**); a cartilagem começa a calcificar e a permitir a entrada de vasos sanguíneos; o **osso subcondral** engrossa e forma osteófitos (**proeminências ósseas**); e o revestimento articular (**sinóvio**) fica levemente inflamado, liberando substâncias como IL-1 e TNF, que alimentam ainda mais o ciclo destrutivo. Como a cartilagem não consegue se regenerar, esse processo é, em grande parte, irreversível. Por isso, o tratamento da OA foca em reduzir a carga sobre a articulação, fortalecer os músculos e controlar o peso; quando a cartilagem já se perdeu por completo, a substituição articular torna-se a única opção.

REPARANDO A CARTILAGEM: POR QUE ISSO É TÃO DIFÍCIL

Existem diversas cirurgias destinadas a restaurar uma superfície cartilaginosa danificada; o fato de nenhuma delas ser uma solução perfeita deve-se diretamente à biologia envolvida:

- A **microfratura** perfura pequenos orifícios no osso subcondral para permitir a entrada de células da medula óssea. Essas células formam **fibrocartilagem**, útil no curto prazo, mas que tende a se deteriorar após alguns anos.
- A **transferência osteocondral (OATS/mosaicplastia)** consiste na remoção de pequenos enxertos de cartilagem e osso de uma região da articulação que sofre pouca carga. Trata-se de verdadeira cartilagem hialina; porém, a quantidade disponível é limitada.
- A **terapia celular (ACI/MACI)** envolve o cultivo dos próprios condrócitos do paciente em laboratório para, em seguida, reimplantá-los; esse método é promissor, porém tecnicamente complexo e ainda imperfeito.

Nenhuma dessas técnicas consegue recriar de forma confiável a cartilagem hialina original, com sua arquitetura zonal precisa e propriedades lubrificantes. Quando a cartilagem de toda a articulação está completamente desgastada, a solução definitiva continua sendo a **artroplastia**.

O QUE AJUDA E O QUE PREJUDICA A CARTILAGEM

- **Movimento e carga moderada** nutrem e mantêm a cartilagem; a imobilização prolongada a prejudica.
- **Excesso de peso e instabilidade articular** aceleram sua degradação; **músculos fortes ao redor** a protegem.
- **Lesões**, especialmente aquelas que desestabilizam a articulação ou danificam sua superfície, aumentam o risco a longo prazo de osteoartrite.
- É 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.

Ver também

- [Osteoartrite](#) – o que acontece quando a cartilagem se degrada nas articulações
- [Como o osso cicatriza e se remodela](#) – o osso subcondral que fica abaixo da cartilagem
- [Manter-se ativo para a saúde das articulações](#) – por que o movimento protege as articulações
- [Peso, obesidade e saúde articular](#) – como a carga influencia a cartilagem