

कार्टिलेज कैसे काम करता है (और यह मुश्किल से क्यों ठीक होता है)

यह पृष्ठ मशीन द्वारा अनूदित है और अभी तक किसी चिकित्सक द्वारा जाँचा नहीं गया है। **अंग्रेज़ी संस्करण** ही आधिकारिक है।

कार्टिलेज (उपास्थि) वह चिकनी, चमकदार सतह है जो जोड़ के अंदर हड्डियों के सिरों को ढकती है। यह शरीर के सबसे अद्भुत पदार्थों में से एक है: बर्फ़ से भी ज़्यादा फिसलन भरा, जीवन भर के भार को सहारा देने में सक्षम, और फिर भी हड्डी और टेंडन (कंडरा) के विपरीत, इसमें **खुद की मरम्मत करने की लगभग कोई क्षमता नहीं** होती। यही एक तथ्य बताता है कि कार्टिलेज को नुकसान और ऑस्टियोआर्थराइटिस इतनी ज़िद्दी समस्याएं क्यों हैं, और अपने कार्टिलेज की रक्षा करना इतना मायने क्यों रखता है। यह पेज सरल भाषा में बताता है कि कार्टिलेज क्या है और यह इतनी मुश्किल से क्यों ठीक होता है, फिर जिज्ञासु पाठकों के लिए इस ऊतक की सुंदर इंजीनियरिंग में और उस सक्रिय जीवविज्ञान (बायोलॉजी) में गहराई तक जाता है जिसे हम सहज ही “घिसाव” कह देते हैं।

कार्टिलेज क्या है और क्या काम करता है

यहां हम जिस कार्टिलेज की बात कर रहे हैं, यानी **आर्टिकुलर कार्टिलेज**, वह हड्डियों के उन सिरों पर, जहां वे जोड़ में मिलती हैं, कुछ ही मिलीमीटर मोटी सख्त, चिकनी, सफ़ेद परत है। यह दो काम बहुत बढ़िया ढंग से करता है:

- यह **लगभग बिना घर्षण वाली फिसलने की सतह** है, जिससे जोड़ की हड्डियां लगभग बिना किसी रुकावट के एक-दूसरे पर फिसलती हैं।
- यह एक **गद्दी** है, जो भार को पूरे जोड़ में फैलाती है और नीचे की हड्डी को झटकों से बचाती है।

कार्टिलेज एक जीवित ऊतक है, लेकिन एक असामान्य किस्म का: इसमें **न खून की नलियां होती हैं और न नर्व (तंत्रिका)**। नर्व न होने की वजह से घिसी हुई कार्टिलेज की सतह खुद दर्द नहीं करती (गठिया (आर्थराइटिस) का दर्द दूसरी संरचनाओं से आता है)। खून की सप्लाई न होना ही इसकी बड़ी कमज़ोरी की कुंजी है: यह उस तरह ठीक नहीं हो सकता जैसे त्वचा या हड्डी हो सकती है।

कार्टिलेज मुश्किल से क्यों ठीक होता है

शरीर में लगभग हर दूसरी जगह, ठीक होने की शुरुआत खून बहने से होती है: थक्का बनता है, सूजन (इन्फ्लेमेशन) वाली कोशिकाएं आती हैं, और ग्रोथ फैक्टर मरम्मत शुरू कर देते हैं। कार्टिलेज में खून की सप्लाई नहीं होती, इसलिए इसकी चोट को इनमें से कुछ भी नहीं मिलता। इसके ऊपर, इसमें रहने वाली गिनी-चुनी कोशिकाएं आसपास के पदार्थ में फंसी होती हैं और घाव तक सरककर उसे ठीक नहीं कर सकतीं।

नतीजा यह होता है कि जो खरोंच या दरार केवल कार्टिलेज तक सीमित है, वह अक्सर बस वैसी ही बनी रहती है। जो नुकसान ज़्यादा गहरा जाता है (कार्टिलेज के पार नीचे की हड्डी तक), वह भर सकता है, लेकिन एक **निशान जैसे “फाइब्रोकार्टिलेज”** से, जो मूल

कार्टिलेज से कमज़ोर और कम टिकाऊ होता है। इसलिए कार्टिलेज का नुकसान अक्सर स्थायी होता है और धीरे-धीरे बढ़ता है, और ठीक इसी वजह से बचाव और सुरक्षा इतना मायने रखते हैं।

आपके कार्टिलेज की रक्षा में क्या मदद करता है

- **चलते-फिरते रहें।** कार्टिलेज को जोड़ के तरल से पोषण मिलता है, जो आपके हिलने-डुलने से अंदर-बाहर पंप होता है; नियमित, आरामदायक गतिविधि इसे पोषण देती है, जबकि लंबे समय तक निष्क्रिय रहने से यह भूखा रह जाता है।
- **वज़न स्वस्थ रखें।** हर किलो जोड़ की सतहों पर अतिरिक्त भार है।
- **जोड़ के आसपास की मांसपेशियां मज़बूत बनाएं।** मज़बूत मांसपेशियां भार को बांटती हैं और झटके सोखती हैं, जिससे कार्टिलेज सुरक्षित रहता है।
- **चोटों का ध्यान रखें।** डगमगाता या अस्थिर (ढीला) जोड़ अपने कार्टिलेज को जल्दी घिसता है; अस्थिरता का इलाज करने से सतह सुरक्षित रहती है।

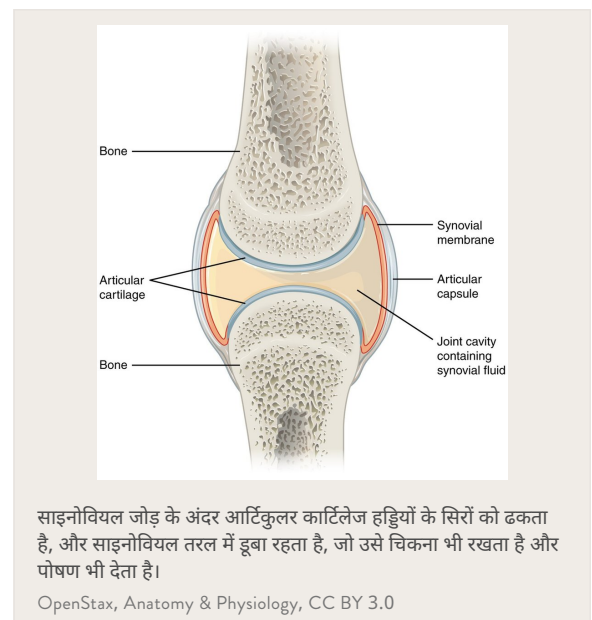
विस्तार से

यह हिस्सा जीवविज्ञान को ज़्यादा विस्तार से, विद्यार्थी के स्तर पर समझाता है। कार्टिलेज की समस्या या उसके इलाज को समझने के लिए इसकी ज़रूरत नहीं है, लेकिन अगर आप जानना चाहते हैं कि कार्टिलेज बर्फ़ से भी ज़्यादा फिसलन भरा कैसे हो सकता है, और “घिसाव” असल में एक सक्रिय बीमारी क्यों है, तो आगे पढ़ें।

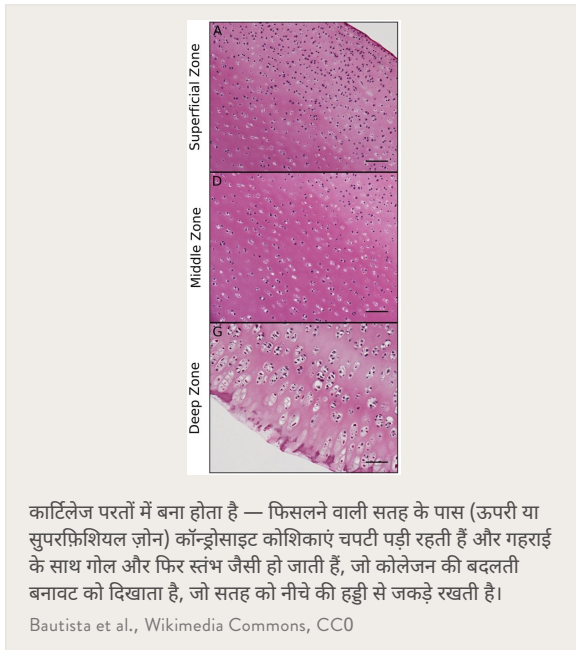
कार्टिलेज एक जीवित ऊतक के रूप में

आर्टिकुलर कार्टिलेज एक किस्म का कार्टिलेज है जिसे **हाइलिन कार्टिलेज** कहते हैं। यह कहीं-कहीं बिखरी कोशिकाओं (**कॉन्ड्रोसाइट्स**) से बना होता है, जो **मैट्रिक्स** (आधार-पदार्थ) की विशाल मात्रा से घिरी होती हैं, जिसे यही कोशिकाएं बनाती और संभालती हैं। कार्टिलेज जो कुछ भी करता है, उसका राज़ यही मैट्रिक्स है। यह **टाइप II कोलेजन** के रेशों की एक जाली है, जो बड़े, बोटल साफ़ करने वाले ब्रश जैसे आकार के, पानी को बहुत तेज़ी से खींचने वाले अणुओं से भरी होती है, जिन्हें **प्रोटियोग्लाइकन** (मुख्य रूप से **एग्रीकैन**) कहते हैं, और इसमें लगभग 70–80% पानी होता है। कोलेजन की जाली खिंचकर अलग होने का विरोध करती है; एग्रीकैन पानी सोखता है और एक **फूलने का दबाव** पैदा करता है जो दबकर पिचकने का विरोध करता है। असल में, कार्टिलेज पानी से भरा एक स्पंज है जो रेशों की एक जाली के अंदर तनाव में बंधा रहता है।

यह अनोखे ढंग से अलग-थलग भी है: न खून की नलियां, न नर्व, न लसीका नलियां (लिम्फैटिक)। कॉन्ड्रोसाइट छोटे-छोटे खानों (लैकुनी) में बैठी रहती हैं, अपने हिस्से के मैट्रिक्स को धीरे-धीरे संभालती हैं, और हिल-डुल नहीं सकतीं।



लगभग बिना घर्षण वाली सतह: कार्टिलेज भार कैसे उठाता है



कार्टिलेज अब तक ज्ञात सबसे फिसलन भरे पदार्थों में से एक है: इसका घर्षण गुणांक लगभग **0.001** है, जो बर्फ पर फिसलती बर्फ से भी कम है। यह ऐसा दो तरीकों के साथ मिलकर काम करने से करता है।

पहला, यह **बाइफ़ेज़िक** है, यानी तरल में भीगा हुआ एक ठोस मैट्रिक्स। जब जोड़ पर भार पड़ता है, तो अंदर फंसा पानी तुरंत बाहर नहीं निकल पाता, इसलिए उस पर दबाव बनता है और वही भार उठाता है, शुरुआत में 90% से भी ज़्यादा। ताक़त तरल का दबाव सहता है, ठोस ढांचा नहीं, कुछ-कुछ पानी वाले गद्दे (वॉटर बेड) पर खड़े होने जैसा। जैसे-जैसे संपर्क की जगह खिसकती है (क्योंकि आप हिलते-डुलते रहते हैं), तरल आगे की ओर रिसकर निकलता है और पीछे की ओर वापस खिंच जाता है। यह **इंटरस्टीशियल तरल का दबाव** (इंटरस्टीशियल प्रलूइड प्रेशराइज़ेशन) ही मुख्य कारण है कि कार्टिलेज इतने कम घर्षण या घिसाव के साथ भारी भार सह सकता है।

दूसरा, सतह पर अणुओं की एक फिसलन भरी **सीमा परत** (बाउंड्री लेयर) होती है, जिसमें जोड़ के तरल से आने वाले **ल्यूब्रिसिन** (जिसे

PRG4 भी कहते हैं) और **हायलूरोनिक एसिड** शामिल हैं, जो पानी से भरी एक पतली झिल्ली बनाते हैं और दोनों सतहों को कभी सीधे एक-दूसरे को छूने नहीं देते।

मैट्रिक्स **परतों (ज़ोन)** में भी व्यवस्थित होता है: सबसे ऊपरी (सुपरफ़िशियल) ज़ोन में कोलेजन के रेशे सतह के समानांतर चलते हैं, जो चिकनाई वाली परत को थामे रखते हैं और रगड़ (शियर) का विरोध करते हैं; बीच के ज़ोन में वे ज़्यादा बेतरतीब हो जाते हैं; और गहरे ज़ोन में वे खड़े होकर एक **कैल्सीफ़ाइड कार्टिलेज की परत** में जकड़ जाते हैं (जो टाइडमार्क नाम की एक रेखा से अलग होती है), जो नरम कार्टिलेज को सख्त हड्डी से मज़बूती से जोड़ती है; नरम को सख्त से जोड़ने की यह वही इंजीनियरिंग चुनौती है जिसे टेंडन का हड्डी से जुड़ने वाला हिस्सा (एन्थीसिस) हल करता है।

कार्टिलेज मुश्किल से ही क्यों ठीक होता है

सारी बातों को जोड़ें तो कमज़ोर मरम्मत समझ में आती है:

- **खून की सप्लाई न होने** का मतलब है न थक्का, न सूजन वाली कोशिकाएं, और न वे ग्रोथ फैक्टर जो दूसरी जगहों पर मरम्मत को आगे बढ़ाते हैं।
- **कोशिकाएं ज़्यादा मदद नहीं कर सकतीं:** कॉन्ड्रोसाइट गिनी-चुनी होती हैं, मैट्रिक्स में कैद होती हैं, और खाली जगह भरने लायक न तो खिसक पाती हैं और न पर्याप्त संख्या में बढ़ पाती हैं।
- **गहराई तय करती है कि प्रतिक्रिया क्या होगी।** केवल कार्टिलेज तक सीमित **आंशिक मोटाई (पार्शियल-थिकनेस)** का नुकसान कभी खून या बोन मैरो (हड्डी के अंदर का गूदा) तक नहीं पहुंचता, इसलिए उसकी असल में कोई मरम्मत होती ही नहीं। **पूरी मोटाई (फुल-थिकनेस)** का नुकसान, जो नीचे की सबकॉन्ड्रल हड्डी तक टूटकर पहुंच जाता है, बोन मैरो की कोशिकाओं और खून को अंदर आने देता है, और ये खाली जगह भर देते हैं, लेकिन **फाइब्रोकार्टिलेज** (टाइप I कोलेजन, जिसमें प्रोटियोग्लाइकन कम होता है) से, जो यांत्रिक रूप से कमज़ोर होता है और असली हाइलिन कार्टिलेज से जल्दी घिस जाता है।

कार्टिलेज की सर्जरी की यही मुख्य निराशा है: हम एक गड्ढा भर सकते हैं, लेकिन असली चीज़ से नहीं।

कार्टिलेज को पोषण कैसे मिलता है

अपनी खुद की खून की नलियां न होने से, कार्टिलेज को **साइनोवियल (जोड़ के) तरल से रिसकर (डिप्र्यूज़न से)** पोषण मिलता है, और यह रिसाव **हिलने-डुलने और भार पड़ने** से चलता है। हर बार जब जोड़ पर भार पड़ता और हटता है, तो तरल और पोषक तत्व कार्टिलेज के अंदर-बाहर पंप होते हैं (काफ़ी हद तक उसी तरह जैसे उंगली के हिलने-डुलने से जुड़ते हुए फ़्लेक्सर टेंडन को पोषण मिलता है)। इसलिए कार्टिलेज को **स्वस्थ रहने के लिए सचमुच बार-बार भार पड़ने और हटने की ज़रूरत होती है**: लंबे समय तक एक जगह स्थिर रखना या भार न डालना इसे खराब करता है, जबकि मध्यम, नियमित गतिविधि इसे बनाए रखती है। फिजियोथेरेपिस्ट की कहावत “हिलना-डुलना ही जोड़ों की चिकनाई है” (मोशन इज़ लोशन) का यहां सचमुच जैविक आधार है।

ऑस्टियोआर्थराइटिस: जब कार्टिलेज टूटने लगता है

ऑस्टियोआर्थराइटिस (OA) को आमतौर पर “घिसाव” कहा जाता है, लेकिन यह इसे कम करके आंकना है: यह एक सक्रिय जैविक प्रक्रिया है, सिर्फ यांत्रिक रूप से घिस जाना नहीं।

यांत्रिक रूप से बहुत ज़्यादा भार, चोट, बढ़ती उम्र या जोड़ की अस्थिरता से शुरू होकर, कॉन्ड्रोसाइट विनाशकारी मोड में चली जाती हैं। वे मैट्रिक्स को पचाने वाले एंज़ाइम (**MMP**, जैसे MMP-13, और **एग्रीकैनेज़**, जैसे ADAMTS-4 और -5) बढ़ा देती हैं, जो टाइप II कोलेजन और एग्रीकैन को उनके बदले जाने की रफ़्तार से तेज़ी से चबा डालते हैं। मैट्रिक्स अपना पानी थामने वाला प्रोटियोग्लाइकन खो देता है, नरम हो जाता है और उधड़ने लगता है। कॉन्ड्रोसाइट का स्वभाव भी बदल जाता है (इस बदलाव को **हाइपरट्रॉफी** कहते हैं), कार्टिलेज में कैल्शियम जमने लगता है और खून की नलियां घुसने लगती हैं, **सबकॉन्ड्रल हड्डी** मोटी हो जाती है और उस पर हड्डी के उभार (**ऑस्टियोफ़ाइट** या बोन स्पर्स) निकल आते हैं, और जोड़ की अंदरूनी परत (**साइनोवियम**) में हल्की सूजन (इन्फ्लेमेशन) हो जाती है, जो IL-1 और TNF जैसे संकेत छोड़ती है और इस चक्र को बढ़ाती है। चूंकि कार्टिलेज दोबारा नहीं बन सकता, यह काफ़ी हद तक एकतरफ़ा रास्ता है, इसीलिए OA की देखभाल का केंद्र भार कम करना, मज़बूती बढ़ाना और वज़न संभालना है, और जब कार्टिलेज आखिरकार खत्म हो जाए, तो जोड़ बदलने का ऑपरेशन।

कार्टिलेज की मरम्मत: यह इतना कठिन क्यों है

कई तरह के ऑपरेशन क्षतिग्रस्त सतह को वापस ठीक करने की कोशिश करते हैं, और उनमें से कोई भी पूरी तरह सही इलाज क्यों नहीं है, इसका कारण सीधे ऊपर बताई गई जीवविज्ञान में है:

- **माइक्रोफ़्रैक्चर** में सबकॉन्ड्रल हड्डी में छोटे-छोटे छेद किए जाते हैं ताकि बोन मैरो की कोशिकाएं अंदर आ सकें। ये **फाइब्रोकार्टिलेज** बनाती हैं, जो थोड़े समय के लिए उपयोगी है लेकिन लगभग दो साल बाद खराब होने लगता है।
- **ऑस्टियोकॉन्ड्रल ट्रांसफ़र (OATS / मोज़ेकप्लास्टी)** में जोड़ के कम भार वाले हिस्से से कार्टिलेज-और-हड्डी के छोटे टुकड़े (प्लग) लेकर लगाए जाते हैं। यह असली हाइलिन कार्टिलेज है, लेकिन इसकी उपलब्धता सीमित है।
- **सेल थेरेपी (ACI / MACI)** में मरीज़ की अपनी कॉन्ड्रोसाइट कोशिकाओं को प्रयोगशाला में बढ़ाकर वापस लगाया जाता है; यह तरीका उम्मीद जगाने वाला है लेकिन तकनीकी रूप से कठिन है और अभी भी पूरी तरह सही नहीं है।

इनमें से कोई भी मूल परतदार हाइलिन कार्टिलेज को, उसकी सटीक ज़ोन वाली बनावट और चिकनाई के साथ, भरोसेमंद ढंग से दोबारा नहीं बना पाता। जब पूरे जोड़ का कार्टिलेज घिस चुका हो, तो अंतिम जवाब अब भी **जोड़ बदलने का ऑपरेशन** ही है।

कार्टिलेज को किससे मदद मिलती है और किससे नुकसान

- **हिलना-डुलना और मध्यम भार** कार्टिलेज को पोषण देते हैं और उसे बनाए रखते हैं; लंबे समय तक एक जगह स्थिर रखना उसे नुकसान पहुंचाता है।
- **ज़्यादा वज़न और जोड़ की अस्थिरता** टूटने की रफ़्तार बढ़ाते हैं; **आसपास की मज़बूत मांसपेशियां** उसकी रक्षा करती हैं।

- **चोटें**, खासकर वे जो जोड़ को अस्थिर कर देती हैं या सतह को नुकसान पहुंचाती हैं, लंबे समय में ऑस्टियोआर्थराइटिस का जोखिम बढ़ाती हैं।
- और वह कड़वा सच जो इस पूरे पेज में चलता है: एक बार काफ़ी नुकसान हो जाने पर, कार्टिलेज **दोबारा नहीं बनता**। लगभग किसी और ऊतक के लिए बचाव इससे ज़्यादा मायने नहीं रखता।

यह भी देखें

- [ऑस्टियोआर्थराइटिस](#) — जब पूरे जोड़ में कार्टिलेज टूटने लगता है तो क्या होता है
- [हड्डी कैसे जुड़ती है और खुद को नया रूप देती है](#) — कार्टिलेज के नीचे की सबकॉन्ड्रल हड्डी
- [जोड़ों के स्वास्थ्य के लिए सक्रिय रहना](#) — हिलना-डुलना आपके जोड़ों की रक्षा क्यों करता है
- [वज़न, मोटापा और जोड़ों का स्वास्थ्य](#) — भार कार्टिलेज पर कैसे असर डालता है