

# हड्डी कैसे जुड़ती है और खुद को नया रूप देती है

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

हड्डी ठोस और स्थायी लगती है, लेकिन यह एक जीवित ऊतक है, जिसमें कोशिकाएं और खून की नलियां भरी होती हैं, और आपके जीवन के हर दिन इसे तोड़ा और फिर से बनाया जा रहा होता है। ठीक इसी वजह से टूटी हुई हड्डी वापस जुड़कर उतनी ही मज़बूत बन सकती है जितनी वह पहले थी। हड्डी का जुड़ना एक तय क्रम में होता है, और इसमें ज़्यादातर लोगों की उम्मीद से ज़्यादा समय लगता है, इसलिए इस क्रम को जान लेने से इंतज़ार की चिंता काफ़ी कम हो जाती है। यह पेज सरल भाषा में बताता है कि हड्डी क्या है और वह कैसे जुड़ती है; और फिर, जिज्ञासु पाठकों के लिए, इसकी जीवविज्ञान (बायोलॉजी) में काफ़ी गहराई तक जाता है, जिसमें यह भी शामिल है कि हड्डी लगातार खुद को नया रूप (रीमॉडलिंग) कैसे देती है और जब यही व्यवस्था हड्डी के खिलाफ़ काम करने लगती है तो क्या होता है।

## हड्डी क्या है और क्या काम करती है

हड्डी एक साथ कई काम करती है। यह शरीर का **ढांचा** है: वह फ्रेम जो आपको खड़ा रखता है और जिसके सहारे मांसपेशियां खिंचकर आपको हिलाती-डुलाती हैं। यह एक **कवच** है, जो दिमाग, दिल और फेफड़ों की रक्षा करती है। और यह खनिजों का, खासकर कैल्शियम का, एक **भंडार** है, जिससे शरीर का बाकी हिस्सा लगातार खनिज लेता रहता है।

यह सब करने के लिए हड्डी एक मिश्रित पदार्थ है, कुछ-कुछ सरिया डले कंक्रीट (रीइन्फोर्स्ड कंक्रीट) जैसा। एक लचीली प्रोटीन की जाली (ज़्यादातर **कोलेजन**) इसे वह मज़बूती देती है जिससे यह बिना टूटे थोड़ा मुड़ सके, और उस जाली में भरा एक सख्त **खनिज** (कैल्शियम-फ़ॉस्फेट का क्रिस्टल) इसे कड़ापन और दबाव सहने की ताकत देता है। खनिज निकाल दें तो हड्डी रबड़ जैसी हो जाती है; कोलेजन निकाल दें तो यह चॉक की तरह भुरभुरी हो जाती है। दोनों की ज़रूरत है।

लेकिन हड्डी निर्जीव नहीं है। यह जीवित कोशिकाओं से भरी होती है और इसमें खून की नलियां फैली होती हैं, इसीलिए टूटने पर इससे खून बहता है, इसीलिए जुड़ने के लिए अच्छी खून की सप्लाई इतनी मायने रखती है, और इसीलिए हड्डी, खरोंच लगी मेज़ के विपरीत, खुद को ठीक कर सकती है।

## टूटी हुई हड्डी कैसे जुड़ती है

जब कोई हड्डी टूटती है, तो वह एक-दूसरे में मिलते हुए चरणों में जुड़ती है, जो खाली जगह को फिर से ठोस हड्डी में बदल देते हैं।

1. **थक्का (पहले कुछ दिन)**। टूटने से हड्डी के अंदर और आसपास की खून की नलियां फट जाती हैं, और खून फ्रैक्चर की जगह पर थक्का बना लेता है। यह सिर्फ़ एक डाट नहीं है; यही वह ढांचा और संकेत-केंद्र है जो मरम्मत करने वाली कोशिकाओं को बुलाता है। यही कारण है कि शुरुआत में वह जगह सूजी हुई, नील पड़ी (चोट के नीले निशान वाली) और दुखती हुई होती है।

2. **नरम कैलस (पहले कुछ सप्ताह)।** मरम्मत करने वाली कोशिकाएं वहां पहुंचती हैं और खाली जगह के आर-पार कार्टिलेज (उपास्थि) और कच्चे ऊतक का एक नरम, रबड़ जैसा पुल बना देती हैं। अब हड्डी जुड़ तो गई है, लेकिन केवल ढीले ढंग से: इसीलिए ताज़ा फ्रैक्चर को, जब तक यह पुल कमज़ोर है, प्लास्टर (कास्ट), स्प्लिंट या सर्जरी से सुरक्षित रखने की ज़रूरत होती है।
3. **सख्त कैलस (कुछ सप्ताह से लेकर लगभग दो महीने तक)।** नरम पुल की जगह धीरे-धीरे सख्त, खनिज से भरी हड्डी ले लेती है, जो टूटी जगह के चारों ओर एक मोटा कफ़ (कैलस) बना देती है। इस चरण के अंत तक हड्डी आमतौर पर सामान्य इस्तेमाल के लिए काफ़ी ठोस हो जाती है।
4. **रीमॉडलिंग (महीनों से लेकर सालों तक)।** उभरे हुए कैलस को धीरे-धीरे तराशकर, दबाव की रेखाओं के अनुसार नया आकार दिया जाता है, जब तक कि हड्डी दिखने और काम करने में काफ़ी हद तक पहले जैसी न हो जाए। बच्चों में यह नया आकार देना इतना अच्छा होता है कि थोड़ा टेढ़ा फ्रैक्चर भी समय के साथ सीधा हो सकता है।

हड्डी का जुड़ना सचमुच धीमा होता है, और यह सामान्य है। मोटे अनुमान के तौर पर, वयस्कों के कई फ्रैक्चर ठोस होने में लगभग **6-12 सप्ताह** लेते हैं, और पूरी ताक़त लौटने में इससे ज़्यादा समय लगता है; आकार को पूरी तरह ठीक करने वाली रीमॉडलिंग एक साल या उससे ज़्यादा चल सकती है। यह समय-सीमा हड्डी, व्यक्ति और चोट पर निर्भर करती है, इसलिए इन्हें अनुमान मानें, वादा नहीं।

## जुड़ने में क्या मदद करता है

कुछ चीज़ें सचमुच फ़र्क डालती हैं, और इनमें से ज़्यादातर आपके हाथ में हैं:

- **खून की सप्लाई और स्थिर फ्रैक्चर।** हड्डी सबसे अच्छी तब जुड़ती है जब टूटे हुए सिरों को अच्छी खून की सप्लाई मिले और उन्हें काफ़ी हद तक स्थिर रखा जाए, और प्लास्टर या ऑपरेशन का पूरा मक़सद यही है। बहुत ज़्यादा हिलना-डुलना, या खून की कमज़ोर सप्लाई, फ्रैक्चर के धीरे जुड़ने का सबसे आम कारण है।
- **धूम्रपान न करना।** धूम्रपान और निकोटीन खून की नलियों को सिकोड़ देते हैं और हड्डी के जुड़ने को काफ़ी धीमा कर देते हैं। छोड़ देना, भले ही चोट या ऑपरेशन के आसपास के समय में ही, मदद करता है।
- **पोषण।** हड्डी प्रोटीन और खनिज से बनती है, इसलिए पर्याप्त प्रोटीन, **कैल्शियम** और **विटामिन D** जुड़ने में मदद करते हैं। ज़्यादातर लोगों को बहुत बड़ी खुराक की ज़रूरत नहीं होती; उन्हें बस इनकी कमी नहीं होनी चाहिए।
- **समझदारी से भार डालना।** हड्डी इस्तेमाल के हिसाब से प्रतिक्रिया करती है। आपको वज़न डालने और व्यायाम के बारे में जो सलाह दी जाए, उसका पालन करना, न बहुत ज़्यादा और न बहुत कम, जुड़ती हुई हड्डी को सही जगहों पर दोबारा बनने में मदद करता है।
- **समय और फॉलो-अप जांच।** ज़्यादातर फ्रैक्चर अपनी समय-सीमा में खुद जुड़ जाते हैं। अगर किसी फ्रैक्चर में सुधार होना चाहिए था और नहीं हो रहा, तो उसकी जांच करवाना ठीक है; कुछ को सर्जरी की मदद की ज़रूरत होती है।

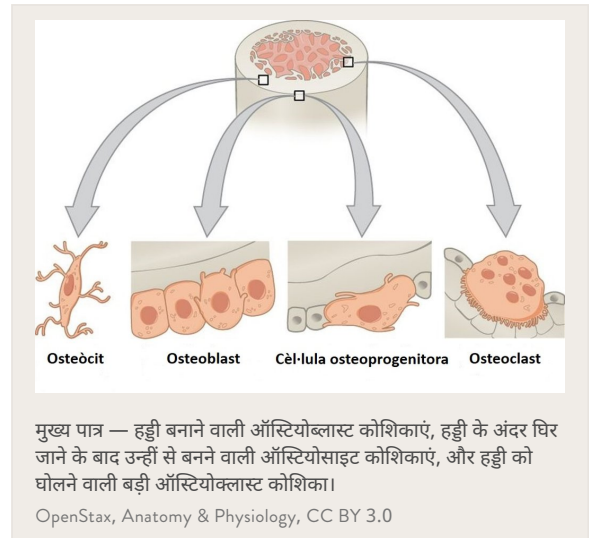
## विस्तार से

यह हिस्सा ऊपर बताई गई हर बात के पीछे की जीवविज्ञान को ज़्यादा विस्तार से, विद्यार्थी के स्तर पर समझाता है। फ्रैक्चर या उसके इलाज को समझने के लिए इसकी ज़रूरत नहीं है, लेकिन अगर आप जानना चाहते हैं कि हड्डी असल में कैसे काम करती है, और कैसे वही व्यवस्था जो फ्रैक्चर को जोड़ती है, कंकाल के खिलाफ़ भी काम कर सकती है, तो आगे पढ़ें।

## हड्डी एक जीवित ऊतक के रूप में

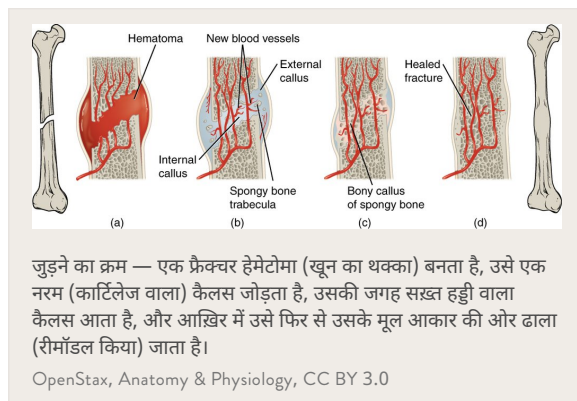
हड्डी को तीन मुख्य तरह की कोशिकाएं बनाती और संभालती हैं, और उन्हें नाम से जान लेना मददगार है, क्योंकि आगे की लगभग हर बात इन्हीं के बीच के संतुलन की कहानी है:

- **ऑस्टियोब्लास्ट** निर्माता हैं। ये नई हड्डी बनाती हैं: पहले नरम कोलेजन का ढांचा (ऑस्टियोइड), जिसे वे फिर खनिज से भरकर सख्त हड्डी बना देती हैं।
- **ऑस्टियोक्लास्ट** तोड़-फोड़ करने वाला दल हैं। ये बड़ी, कई केंद्रकों (न्यूक्लियस) वाली कोशिकाएं हैं जो हड्डी को घोलती हैं: खनिज को एसिड से गलाती हैं और कोलेजन को एंजाइम से पचाती हैं।
- **ऑस्टियोसाइट** वे पुरानी ऑस्टियोब्लास्ट हैं जो अपनी ही बनाई हड्डी में फंस गई। ये छोटे-छोटे खानों में बैठी होती हैं, जो नलियों के एक विशाल जाल से जुड़े होते हैं, और पूरी हड्डी में एक सेंसर-ग्रिड की तरह आपस में तार से जुड़ी होती हैं। जैसा कि हम आगे देखेंगे, यही वे कोशिकाएं हैं जो यांत्रिक भार को महसूस करती हैं और बाकी दोनों को निर्देश देती हैं।



ये कोशिकाएं जिस सख्त मैट्रिक्स (आधार-पदार्थ) में रहती हैं, वह **टाइप I कोलेजन** है, जिसे **हाइड्रॉक्सीएपेटाइट** (एक कैल्शियम-फॉस्फेट खनिज) के क्रिस्टल कड़ा बनाते हैं। हड्डी की दो बनावटें होती हैं: लंबी हड्डियों के बीच वाले हिस्से (शाफ्ट) में घनी **कॉर्टिकल** (सख्त या कॉम्पैक्ट) हड्डी, और हड्डियों के सिरों पर तथा रीढ़ के अंदर स्पंज जैसी **ट्रैबिकुलर** (कैंसलस) हड्डी (एक खुली जाली)।

## जुड़ने का क्रम



ऊपर बताए गए चार सरल चरण एक सटीक जैविक क्रम से मेल खाते हैं। फ्रैक्चर **हेमेटोमा** (थक्का) सूजन (इन्फ्लेमेशन) के संकेतों और ग्रोथ फ्रैक्टर्स की बाढ़ छोड़ता है, जो स्टेम कोशिकाओं को बुलाते हैं। ये कोशिकाएं पहले एक **नरम (कार्टिलेज वाला) कैलस** बनाती हैं: हड्डी कार्टिलेज के एक सांचे पर बनाई जाती है, इस प्रक्रिया को **एंडोकोन्ड्रल ऑसिफिकेशन** कहते हैं, और यह वही प्रक्रिया है जिससे बचपन में कंकाल का बड़ा हिस्सा बढ़ता है। फिर कार्टिलेज में खून की नलियां घुस जाती हैं और उसकी जगह बुनी हुई (वोवन) हड्डी, यानी **सख्त कैलस**, ले लेती है, जिसे आखिर में परिपक्व, व्यवस्थित परतों वाली (लैमेलर) हड्डी में **रीमॉडल** कर दिया जाता है।

यह **सेकंडरी (अप्रत्यक्ष) हीलिंग** है (कैलस के ज़रिए जुड़ना), और यह तब होती है जब फ्रैक्चर में थोड़ा हिलना-डुलना होता है, जैसे प्लास्टर में। एक **प्राइमरी (प्रत्यक्ष) हीलिंग** भी होती है, जो केवल तब होती है जब हड्डी के सिरों को बिना किसी खाली जगह और बिना किसी हिलने-डुलने के मज़बूती से एक साथ पकड़कर रखा जाता है (उदाहरण के लिए, धातु की प्लेट के नीचे दबाकर)। तब कोई कैलस बनता ही नहीं: हड्डी सीधे जोड़ के आर-पार रीमॉडल हो जाती है। इनमें से कोई भी “बेहतर” नहीं है; ये अलग-अलग यांत्रिक हालात में हड्डी के दो जवाब हैं, इसीलिए सर्जन फ्रैक्चर के हिसाब से उसे स्थिर करने (फ़िक्सेशन) का तरीका चुनते हैं।

## रीमॉडलिंग और कटिंग कोन

बिना टूटी हड्डी को भी लगातार दोबारा बनाया जाता है: आप हर साल अपने कंकाल का लगभग दसवां हिस्सा बदल देते हैं। जीवन भर चलने वाला यह नवीनीकरण **रीमॉडलिंग** है, और इसे कोशिकाओं के दल करते हैं, जिन्हें **बेसिक मल्टीसेल्युलर यूनिट (BMU)** कहते हैं।

घनी कॉर्टिकल हड्डी में आप एक BMU को सूक्ष्म सुरंग खोदने वाली मशीन की तरह काम करते देख सकते हैं। इसके अगले सिरे पर ऑस्टियोक्लास्ट का एक झुंड हड्डी के आर-पार सीधी सुरंग खोदता है, और आगे बढ़ते हुए हड्डी को घोलता जाता है: हड्डी को घोलने वाला यह अगला सिरा **कटिंग कोन** है। ठीक पीछे-पीछे, **क्लोज़िंग कोन** में, ऑस्टियोब्लास्ट नई सुरंग की दीवारों पर परत बनाती हैं और उसे दीवारों से अंदर की ओर भरती हैं, और बीच की एक नली के चारों ओर नई हड्डी के गोल छल्ले बिछाती हैं, जिसमें एक खून की नली होती है। तैयार बेलन, यानी बीच की नली के चारों ओर हड्डी के छल्ले, एक **ऑस्टियॉन** है, जो सख्त (कॉम्पैक्ट) हड्डी की बुनियादी संरचनात्मक इकाई है। इसलिए रीमॉडलिंग बेतरतीब नहीं होती: यह तोड़-फोड़ और उसके बाद पुनर्निर्माण का एक तालमेल वाला काफ़िला है, जो पुरानी हड्डी के बीच से नई, सही दिशा में जमी हड्डी पिरोता जाता है।

यही कारण है कि स्वस्थ हड्डी को दोनों तरह की कोशिकाओं के तालमेल से काम करने की ज़रूरत होती है। कटिंग कोन की अगुवाई करने वाली ऑस्टियोक्लास्ट ठीक वही कोशिकाएं हैं जो बेकाबू होने पर आगे बताई गई हड्डी घटने वाली बीमारियों को बढ़ाती हैं।

## तालमेल का स्विच: RANK, RANKL और OPG

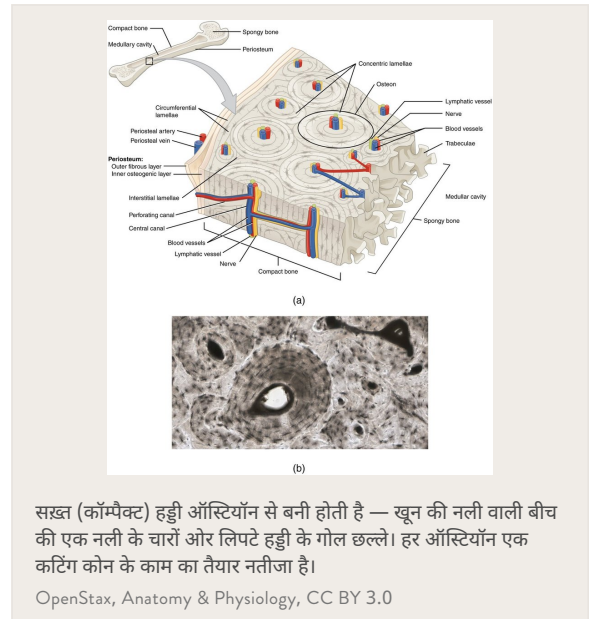
निर्माता कोशिकाएं तोड़-फोड़ करने वाले दल को कैसे नियंत्रित करती हैं? एक आणविक (मॉलिक्यूलर) स्विच के ज़रिए, जिसे जानना उपयोगी है क्योंकि यही सामान्य रीमॉडलिंग और कई बीमारियों (और कई दवाओं) दोनों के पीछे का लीवर है।

ऑस्टियोब्लास्ट की वंश-परंपरा वाली कोशिकाएं अपनी सतह पर **RANKL** नाम का एक संकेत दिखाती हैं। जब RANKL, ऑस्टियोक्लास्ट की पूर्ववर्ती कोशिकाओं की सतह पर मौजूद अपने रिसेप्टर **RANK** से जुड़ता है, तो वह उन्हें परिपक्व होकर सक्रिय, हड्डी घोलने वाली ऑस्टियोक्लास्ट बनने का संकेत देता है। यानी तोड़-फोड़ करने वाले दल का रिमोट कंट्रोल निर्माताओं के हाथ में है। ब्रेक लगाने के लिए, वही ऑस्टियोब्लास्ट एक नकली निशाना (डिकॉय) छोड़ती हैं जिसे **OPG (ऑस्टियोप्रोटेजेरिन)** कहते हैं, जो RANKL के RANK तक पहुंचने से पहले ही उसे सोख लेता है। इसलिए **RANKL और OPG का अनुपात** हड्डी के घुलने (रीसॉप्शन) की रफ़्तार तय करता है: ज़्यादा RANKL संतुलन को हड्डी घटने की ओर झुकाता है, ज़्यादा OPG हड्डी बचाने की ओर।

हड्डी पर असर डालने वाला लगभग हर संकेत (हार्मोन, सूजन, दवाएं) आखिरकार इसी लीवर को खींचता है। उदाहरण के लिए, ऑस्टियोपोरोसिस (हड्डियों का कमज़ोर और भुरभुरा होना) की दवा **डेनोसुमैब** ठीक यहीं काम करती है: यह एक मानव-निर्मित एंटीबॉडी है जो OPG की तरह काम करती है, और RANKL को सोखकर ऑस्टियोक्लास्ट को बंद कर देती है। इस स्विच को याद रखें; अगले दोनों हिस्से RANKL के ग़लत दिशा में धकेले जाने की कहानियां हैं।

## मैकेनोट्रांसडक्शन और वोल्फ़ का नियम

यह बात मशहूर है कि हड्डी अपने ऊपर पड़ने वाले भार के अनुसार ढल जाती है। **“जहां हड्डी की ज़रूरत होती है वहां वह बनाई जाती है और जहां ज़रूरत नहीं होती वहां से हटा दी जाती है”**, यही **वोल्फ़ का नियम** है, और इसी वजह से टेनिस खिलाड़ी की रैकेट वाली बांह की हड्डी ज़्यादा घनी होती है, अंतरिक्ष यात्रियों और बिस्तर पर पड़े मरीजों की हड्डी घटती है, और समझदारी से भार डालना फ्रैक्चर को सही जगहों पर दोबारा बनने में मदद करता है।



भार को महसूस करने वाली कोशिकाएं हड्डी में दबी **ऑस्टियोसाइट** हैं। जब हड्डी पर भार पड़ता है, तो उनके आसपास की छोटी नलियों में से तरल पदार्थ दबकर बहता है, और ऑस्टियोसाइट उस बहाव को महसूस करती हैं; इस प्रक्रिया को **मैकेनोट्रांसडक्शन** (यांत्रिक संकेत को जैविक संकेत में बदलना) कहते हैं। भार पड़ने पर ऑस्टियोसाइट **स्क्लेरोस्टिन** नाम के एक ब्रेक लगाने वाले अणु को कम कर देती हैं, जिससे ऑस्टियोब्लास्ट हड्डी बनाने के लिए आज़ाद हो जाती हैं; जिस हड्डी पर भार नहीं पड़ता उसमें इसका उल्टा होता है, और वह घुलने (रीसॉर्प्शन) के हवाले हो जाती है। इसलिए “इस्तेमाल करो या खो दो” सिर्फ़ एक नारा नहीं है; यह ऑस्टियोसाइट का आपकी गतिविधियों के जवाब में RANKL/OPG संतुलन को बदलना है।

### जब रीमॉडलिंग गड़बड़ा जाती है: ऑस्टियोलिसिस और सोनिक हेजहॉग

**ऑस्टियोलिसिस** का सीधा मतलब है हड्डी का घुलकर खत्म होना: ऑस्टियोक्लास्ट का बेरोक-टोक काम करते रहना, आमतौर पर इसलिए क्योंकि कोई चीज़ RANKL स्विच को “ऑन” की स्थिति में अटका देती है। इसी वजह से ट्यूमर हड्डी को खा जाता है, इसी से इम्प्लांट ढीला होता है (अगला हिस्सा देखें), और इसी से सूजन (इन्फ्लेमेशन) वाली कुछ बीमारियों में हड्डी अंदर से खोखली हो जाती है।

यहां के ज़्यादा चौंकाने वाले नियंत्रकों में से एक है **सोनिक हेजहॉग (Shh)**, एक संकेत देने वाला अणु जो भ्रूण के शरीर की रूपरेखा गढ़ने के लिए सबसे ज़्यादा जाना जाता है (यह हाथ-पैरों और उंगलियों का ढांचा तय करने में मदद करता है)। यही रास्ता वयस्क कंकाल में दोबारा इस्तेमाल होता है, और इसका असर दोनों तरफ़ होता है। जुड़ते हुए फ्रैक्चर में Shh का संकेत असल में मदद करता है; यह ऑस्टियोब्लास्ट और हड्डी बनने को सहारा देता है। लेकिन ऑस्टियोलिसिस में यह उल्टा करता है: Shh, अपने आगे के संदेशवाहक **Gli** के ज़रिए, सहायक स्ट्रोमल कोशिकाओं को ज़्यादा RANKL बनाने के लिए उकसाता है, और ज़्यादा RANKL का मतलब है ज़्यादा ऑस्टियोक्लास्ट और ज़्यादा हड्डी का घुलना। ग़ौर करने वाली बात है कि Shh अकेले हड्डी को नहीं घोलता; यह RANKL के रास्ते को बढ़ाकर काम करता है, और ठीक इसी वजह से कैंसर से जुड़ी हड्डी की तबाही जैसी समस्याओं में यह हालत बिगाड़ने वाले के रूप में सामने आता है। यह इस पूरे पेज में चलने वाले एक विषय का अच्छा उदाहरण है: हड्डी की ज़्यादातर बीमारियां सामान्य रीमॉडलिंग व्यवस्था (कटिंग कोन, RANKL स्विच) के एक दिशा में बहुत ज़्यादा धकेल दिए जाने का नतीजा हैं।

### पॉलीएथिलीन का घिसाव और इम्प्लांट का ढीला होना

यहां जीवविज्ञान बहुत व्यावहारिक हो जाती है, क्योंकि यह बताती है कि जोड़ बदलने के ऑपरेशन में लगे इम्प्लांट आखिरकार क्यों नाकाम होते हैं। कूल्हा या घुटना बदलने के ऑपरेशन में एक चिकनी रगड़ खाने वाली सतह होती है, आमतौर पर एक सख्त गेंद या धातु का हिस्सा जो **पॉलीएथिलीन** (मेडिकल-ग्रेड प्लास्टिक) की एक परत (लाइनर) पर चलता है। सालों के इस्तेमाल में, घर्षण से पॉलीएथिलीन के बेहद छोटे **घिसाव के कण** झड़ते हैं, जो देखने के लिए बहुत छोटे होते हैं और अरबों की संख्या में झड़ते हैं।

शरीर इन कणों को घुसपैठिया मानता है। इम्प्लांट के आसपास की सफ़ाई करने वाली प्रतिरक्षा कोशिकाएं (**मैक्रोफ़ेज**) इन्हें निगलने की कोशिश करती हैं, लेकिन प्लास्टिक पचता नहीं, इसलिए नाकाम मैक्रोफ़ेज इसके बजाय सूजन (इन्फ्लेमेशन) के संकेत छोड़ने लगते हैं। ये संकेत, जैसा कि अनुमान लगाया जा सकता है, RANKL को बढ़ा देते हैं, जिससे ऑस्टियोक्लास्ट आ जाती हैं जो इम्प्लांट के आसपास की हड्डी को घोल देती हैं। यह **कणों से होने वाला (या घिसाव वाला) ऑस्टियोलिसिस** चुपचाप हड्डी की पकड़ को खाता जाता है, और आखिरकार इम्प्लांट ढीला हो जाता है, जो बदले गए जोड़ों के घिस जाने और दोबारा ऑपरेशन (रिविज़न) की ज़रूरत पड़ने का एक प्रमुख कारण है, अक्सर सर्जरी के एक दशक या उससे ज़्यादा बाद। यह ऊपर की हर बात जैसा ही आखिरी साझा रास्ता है: एक बाहरी कारण, जो RANKL से होकर गुजरता है और अंत में ऑस्टियोक्लास्ट हड्डी को घोल देती हैं। इसे समझने की वजह से ही बेहतर रगड़ खाने वाली सामग्रियों (जैसे क्रॉस-लिंकड पॉलीएथिलीन) पर इतनी इंजीनियरिंग लगाई जाती है, जो कम और कम परेशानी वाले कण झाड़ती हैं।

### जुड़ने में क्या मदद करता है और क्या नुकसान

आखिर में, व्यावहारिक कारक, अब उन्हें समझाने वाली जीवविज्ञान के साथ:

- **खून की सप्लाई** जुड़ने के लिए ज़रूरी कोशिकाएं, ऑक्सीजन और संकेत पहुंचाती है; अगर आसपास का नरम ऊतक छिल गया हो या कुचल गया हो, या फ्रैक्चर ऐसी हड्डी में हो जिसकी खून की सप्लाई कम है, तो वह धीरे जुड़ता है। यह सबसे बड़ा अकेला कारक है।

- **स्थिरता** कैलस को परिपक्व होने देती है; बहुत ज़्यादा हिलना-डुलना शुरुआती नाज़ुक पुल को बार-बार तोड़ता रहता है, और **नॉन-यूनियन** (हड्डी का न जुड़ना) की ओर ले जाने वाला एक आम रास्ता है।
- **धूम्रपान और निकोटीन** खून की नलियों को सिकोड़ते हैं और मरम्मत करने वाली कोशिकाओं को कमज़ोर करते हैं: यह हड्डी के जुड़ने पर एक अच्छी तरह साबित ब्रेक है।
- **डायबिटीज़** और कुछ **दवाएं** (स्टेरॉयड के लंबे कोर्स, और ताज़ा फ्रैक्चर के आसपास के समय में कुछ सूजन कम करने वाली दवाएं (एंटी-इन्फ्लेमेटरी)) जुड़ने को धीमा कर सकती हैं।
- **पोषण** (पर्याप्त प्रोटीन, **कैल्शियम** और **विटामिन D**) कच्चा माल देता है; बचने लायक समस्या कमी है, अधिकता नहीं।
- **उम्र** कोशिकाओं की व्यवस्था को धीमा कर देती है, लेकिन हड्डी जीवन भर जुड़ने की अद्भुत क्षमता बनाए रखती है।

## यह भी देखें

---

- [हड्डियों का स्वास्थ्य और ऑस्टियोपोरोसिस](#) — जब रीमॉडलिंग का संतुलन पूरे कंकाल में हड्डी घटने की ओर झुक जाता है
- [धूम्रपान और मांसपेशियों-हड्डियों का जुड़ना](#) — धूम्रपान यहां बताए गए जुड़ने को क्यों धीमा करता है
- [विटामिन D और मांसपेशियों-हड्डियों का स्वास्थ्य](#) — हड्डी बनाने का खनिज वाला पहलू