

टेंडन कैसे काम करते हैं और कैसे ठीक होते हैं

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

टेंडन (कंडरा) शरीर के केबल हैं, मज़बूत डोरियां जो मांसपेशी को हड्डी से जोड़ती हैं और मांसपेशी के खिंचाव को गति में बदलती हैं। जब आप कोई उंगली मोड़ते हैं या अपनी बांह उठाते हैं, तो उस ताकत को जोड़ के पार पहुंचाने का काम टेंडन ही करते हैं। टेंडन मज़बूत होते हैं, लेकिन वे धीरे-धीरे और एक खास तरीके से ठीक होते हैं, और सभी टेंडन एक ही तरह से ठीक नहीं होते। उंगली का कटा हुआ फ़्लेक्सर टेंडन (उंगली मोड़ने वाला टेंडन) और कंधे का फटा हुआ रोटेटर कफ़ (कंधे को घुमाने वाली मांसपेशियों और टेंडनों का समूह) टेंडन काफ़ी अलग-अलग तरीकों से ठीक होते हैं, इसीलिए उनकी सर्जरी और रिहैबिलिटेशन (दोबारा ताकत और गति लौटाने का इलाज) इतने अलग होते हैं। यह पेज सरल भाषा में समझाता है कि टेंडन क्या होते हैं और कैसे जुड़ते हैं, और फिर जिज्ञासु पाठकों के लिए गहराई में जाकर इसकी जीवविज्ञान समझाता है, जिसमें यह भी शामिल है कि फ़्लेक्सर टेंडन का रिपेयर मज़बूत होने से पहले कमज़ोर क्यों होता है, और रोटेटर कफ़ हड्डी पर उस तरह क्यों जुड़ता है जैसे वह जुड़ता है।

टेंडन क्या है और क्या करता है

टेंडन एक रस्सी है जो ज़्यादातर **कोलेजन** (वही मज़बूत प्रोटीन जो हड्डी को उसका लचीलापन देता है) से बनी होती है, और यह कोलेजन कसकर एक सीध में जमे गुच्छों में होता है जो खिंचाव की दिशा में चलते हैं। एक सिरा मांसपेशी में मिल जाता है; दूसरा हड्डी में जमा होता है। इसका काम सरल लेकिन बहुत ज़रूरी है: मांसपेशी जो ताकत पैदा करती है उसे हड्डी तक पहुंचाना, ताकि जोड़ हिले। कुछ टेंडनों को **फिसलना** भी पड़ता है: आपकी उंगलियां मोड़ने वाले फ़्लेक्सर टेंडन हर बार मुट्ठी बनाने पर संकरी सुरंगों में आगे-पीछे फिसलते हैं।

टेंडन जीवित ऊतक हैं, लेकिन बस मुश्किल से: मांसपेशी या त्वचा की तुलना में इनमें कोशिकाएं काफ़ी कम होती हैं और खून की सप्लाई भी कम होती है। यही एक बड़ी वजह है कि ये धीरे-धीरे ठीक होते हैं।

टेंडन कैसे ठीक होते हैं

जब कोई टेंडन कटता है या फट जाता है, तो वह दूसरे ऊतकों की तरह ही तीन चरणों में ठीक होता है, जो एक-दूसरे में मिलते-जुलते चलते हैं:

1. **सूजन (इन्फ्लेमेशन) (पहला सप्ताह)**। खून का थक्का बनता है और मरम्मत करने वाली कोशिकाएं वहां पहुंचती हैं। इस चरण में जुड़ाव को ज़्यादातर सर्जन के टांके ही थामे रखते हैं; टेंडन ख़ुद बहुत कम मज़बूती दे रहा होता है।
2. **मरम्मत (कई सप्ताह)**। कोशिकाएं खाली जगह के पार नया कोलेजन बिछाती हैं, लेकिन शुरू में यह बेतरतीब और कमज़ोर होता है, जैसे किसी साफ़-सुथरी रस्सी के बजाय जल्दबाज़ी में बांधा गया धागों का गुच्छा।

3. **रीमॉडलिंग (दोबारा ढलना) (कई महीने)**। समय और हल्के इस्तेमाल के साथ, वह बेतरतीब कोलेजन धीरे-धीरे बदलता है और खिंचाव की दिशा में फिर से एक सीध में आ जाता है, और टेंडन की मज़बूती लौटती है। यह कई महीनों तक चलता है, अक्सर एक साल या उससे ज़्यादा तक।

एक अहम बात: टेंडन ज़्यादातर **निशान वाला ऊतक (स्कार टिशू)** बनाकर ठीक होता है, मूल ऊतक को बिल्कुल वैसा ही दोबारा उगाकर नहीं। मरम्मत किया गया हिस्सा कभी भी मूल जितना बेदाग नहीं होता, इसीलिए सावधानी से किया गया रिहैबिलिटेशन, और धैर्य, इतने ज़रूरी हैं।

टेंडन को ठीक होने में क्या मदद करता है

- **सही मात्रा में हिलना-डुलना**। टेंडन भार पर प्रतिक्रिया करते हैं। नियंत्रित, धीरे-धीरे बढ़ाया गया व्यायाम (हैंड थेरेपिस्ट या फिजियोथेरेपिस्ट की देखरेख में) ठीक हो रहे कोलेजन को बताता है कि उसे खुद को कैसे व्यवस्थित करना है। बहुत ज़्यादा, बहुत जल्दी करने से रिपेयर पूरी तरह फट जाता है; बहुत कम करने से जकड़न होती है और टेंडन निशान वाले ऊतक से चिपक जाता है।
- **शुरुआत में रिपेयर को बचाकर रखना**। ताज़ा टेंडन रिपेयर कई सप्ताह तक नाज़ुक रहता है, भले ही वह ठीक महसूस हो; उसे खुलकर अलग होने से रोकने के लिए अपने स्प्लिंट और गतिविधि की सीमाओं का पालन करें।
- **अच्छा सामान्य स्वास्थ्य**। धूम्रपान न करना, डायबिटीज़ को नियंत्रण में रखना, और बेवजह स्टेरॉयड से बचना, ये सब मदद करते हैं; खासकर धूम्रपान टेंडन के ठीक होने में रुकावट डालता है।
- **समय**। टेंडन धीरे ठीक होने वाला ऊतक है। असली मज़बूती आने में सप्ताह नहीं, महीने लगते हैं।

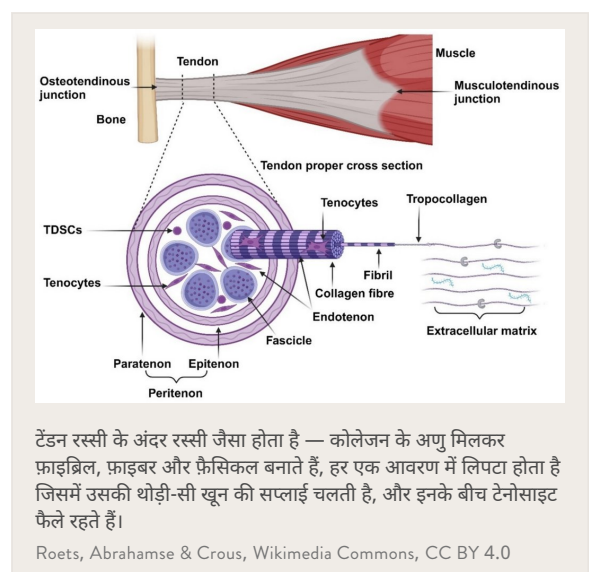
विस्तार से

यह हिस्सा जीवविज्ञान की ज़्यादा विस्तृत, विद्यार्थी स्तर की व्याख्या की ओर बढ़ता है। टेंडन की चोट या उसके इलाज को समझने के लिए इसकी ज़रूरत नहीं है, लेकिन अगर आप जानना चाहते हैं कि टेंडन असल में कैसे काम करते हैं, और उंगली का टेंडन और कंधे का टेंडन इतने अलग तरीके से क्यों ठीक होते हैं, तो आगे पढ़ें।

टेंडन एक जीवित ऊतक के रूप में

टेंडन कोलेजन की एक **परत-दर-परत बनावट** के रूप में बना होता है, जैसे लगातार छोटे होते धागों से बनी रस्सी। कोलेजन के अणु मिलकर **फ़ाइब्रिल** बनाते हैं, फ़ाइब्रिल मिलकर **फ़ाइबर**, फ़ाइबर मिलकर **फ़ैसिकल**, और फ़ैसिकल मिलकर पूरा टेंडन; हर स्तर पर कनेक्टिव टिशू (जोड़ने वाले ऊतक) का एक पतला आवरण (एंडोटेनॉन, और पूरे टेंडन के चारों ओर एपिटेनॉन) छोटी खून की नलियों और नर्वों को ले जाता है। कोलेजन ज़्यादातर **टाइप I** होता है, जो खिंचाव में बेहद मज़बूत होता है और खिंचाव की दिशा के लगभग बिल्कुल समानांतर बिछा होता है।

आराम की स्थिति में फ़ाइबरों का पैटर्न लहरदार, सिकुड़ा हुआ होता है। जब आप पहली बार टेंडन पर भार डालते हैं तो यह **क्रिम्प** (लहरदार सिकुड़न) सीधी हो जाती है, इसीलिए खिंचाव की बिल्कुल शुरुआत में टेंडन थोड़ा खिंचता है और फिर सख्त और मज़बूत हो जाता है (इसमें थोड़ी-सी अंदरूनी ढील होती है)। टेंडन **विस्कोइलास्टिक** भी होता है:



इस पर भार कितनी तेज़ी से डाला जाता है, उसके अनुसार इसका व्यवहार बदलता है (तेज़ी से भार डालने पर ज़्यादा सख्त), और लगातार भार पड़ने पर यह धीरे-धीरे **क्रीप** करता है (लंबा होता जाता है)।

इसकी जीवित कोशिकाएं **टेनोसाइट** हैं, विरल, तकली के आकार की कोशिकाएं जो कोलेजन के गुच्छों के बीच फैली रहती हैं। ये ऊतक के ढांचे (मैट्रिक्स) को बनाए रखती हैं और बहुत धीरे-धीरे नया करती हैं। क्योंकि कोशिकाएं और खून की नलियां तुलनात्मक रूप से कम होती हैं, और कुछ टेंडनों के कुछ हिस्से सच में **हाइपोवेस्कुलर** होते हैं (कम खून की सप्लाई वाले “वॉटरशेड” हिस्से), इसलिए टेंडन धीरे ठीक होता है, और ठीक यही कम सप्लाई वाले हिस्से वे जगहें हैं जहां कुछ टेंडन फटने और खराब तरीके से ठीक होने की प्रवृत्ति रखते हैं।

टेंडन कैसे ठीक होते हैं — और यह ज़्यादातर निशान से क्यों होता है

ऊपर बताए गए तीन चरण, ज़्यादा विस्तार से: एक **इन्फ्लेमेटरी** चरण (लगभग पहला सप्ताह) जो मलबा साफ़ करता है और कोशिकाओं को बुलाता है; एक **प्रोलिफ़रेटिव** (कोशिकाओं के बढ़ने का) चरण (लगभग एक से तीन सप्ताह) जिसमें कोशिकाएं बड़ी मात्रा में **बेतरतीब टाइप III कोलेजन** बनाती हैं, जो जल्दी बिछ जाता है लेकिन यांत्रिक रूप से कमज़ोर होता है; और एक लंबा **रीमॉडलिंग** चरण (कई महीने, लगभग 18 महीने तक) जिसमें वह टाइप III कोलेजन धीरे-धीरे मज़बूत, एक सीध में जमे **टाइप I कोलेजन** से बदल जाता है, जो आपस में क्रॉस-लिंक होता है और भार की दिशा में सधा होता है।

मुख्य बात यह है कि यह **निशान से होने वाली मरम्मत है, पुनर्जनन (रीजनरेशन) नहीं**। शरीर मूल, खूबसूरती से व्यवस्थित टेंडन को दोबारा बनाने के बजाय खाली जगह पर पैबंद लगा देता है। उस शुरुआती कमज़ोर निशान को कुछ मज़बूत और एक सीध वाला बनाने का काम यांत्रिक **भार** करता है। आधुनिक टेंडन रिहैबिलिटेशन के पीछे पूरा तर्क यही है: सही समय पर डाला गया नियंत्रित बल सचमुच निशान को सिखाता है कि उसे टेंडन कैसे बनना है।

फ़्लेक्सर टेंडन का ठीक होना: इंट्रिंसिक बनाम एक्स्ट्रिंसिक, और मोड़ने में लगने वाला ज़ोर (वर्क ऑफ़ फ़्लेक्शन)

आपकी उंगलियां मोड़ने वाले फ़्लेक्सर टेंडन एक खास मामला हैं, क्योंकि काम करने के लिए उन्हें एक तंग सुरंग (फ़्लेक्सर शीथ, अपनी पुलियों (टेंडन को हड्डी से सटाकर रखने वाले पट्टे) के साथ) में से **फिसलना** पड़ता है। इससे फ़्लेक्सर सर्जरी के केंद्र में एक खींचतान पैदा होती है, और टेंडन के ठीक होने के दो अलग तरीके:

- **इंट्रिंसिक (अंदरूनी) हीलिंग** टेंडन की अपनी कोशिकाओं से होती है, जिन्हें शीथ के अंदर मौजूद **साइनोवियल फ़्लूइड** (जोड़ और आवरण के अंदर का चिकनाई वाला तरल) और **विंक्युला** नाम की खून की नलियों की छोटी-छोटी तहों से पोषण मिलता है। फ़्लेक्सर टेंडन को ज़्यादातर पोषण खून की नलियों से नहीं, बल्कि उसी साइनोवियल फ़्लूइड से मिलता है, जो हर बार उंगली मुड़ने और सीधी होने पर सक्रिय रूप से टेंडन में पंप होता है (इस प्रक्रिया को **इम्बिबिशन** कहते हैं); इसलिए हिलना-डुलना खुद ठीक हो रहे टेंडन को पोषण देता है। इंट्रिंसिक हीलिंग टेंडन को उसके आसपास से चिपकाए बिना दोबारा जोड़ देती है, ताकि वह फिर भी फिसल सके।
- **एक्स्ट्रिंसिक (बाहरी) हीलिंग** बाहर से, यानी शीथ और आसपास के ऊतक से, घुस आने वाली कोशिकाओं और निशान वाले ऊतक से होती है। इससे भी टेंडन जुड़ जाता है, लेकिन यह उसे उसकी सुरंग से चिपका देती है, और **एडहीज़न** (ऊतकों का आपस में चिपकना) बनाती है जो उसका फिसलना रोक देते हैं, जिससे उंगली पूरी तरह मुड़ या सीधी नहीं हो पाती।

आधुनिक रिपेयर और शुरुआत में ही नियंत्रित हिलाना-डुलाना इस तरह बनाए गए हैं कि पलड़ा इंट्रिंसिक हीलिंग की ओर और एडहीज़न से दूर झुके।

यहीं **वर्क ऑफ़ फ़्लेक्शन** की बात आती है: वह ताकत जो मांसपेशी को असल में उंगली मोड़ने के लिए पैदा करनी पड़ती है। यह सिर्फ़ हिलाए जा रहे वज़न की बात नहीं है; यह टेंडन के फिसलने में आने वाली रुकावट है: शीथ में घर्षण, रिपेयर का अपना मोटापन, ऑपरेशन के बाद की सूजन, और तंग पुलियां, ये सब इसे बढ़ाते हैं। अगर वर्क ऑफ़ फ़्लेक्शन (रुकावट) उससे ज़्यादा हो जाए जितना रिपेयर सह सकता है, तो रिपेयर में **गैप आ जाता है या वह पूरी तरह फट जाता है**, या उंगली हिलती ही नहीं और एडहीज़न बन जाते हैं। इसलिए सर्जन दो विरोधी ज़रूरतों के बीच संतुलन बनाता है: रिपेयर इतना मज़बूत हो कि शुरुआती हिलना-डुलना सह सके, फिर भी इतना पतला और चिकना हो कि कम वर्क ऑफ़ फ़्लेक्शन के साथ फिसल सके। शुरुआती हिलाना-डुलाना तभी काम करता है जब दोनों हासिल हों।

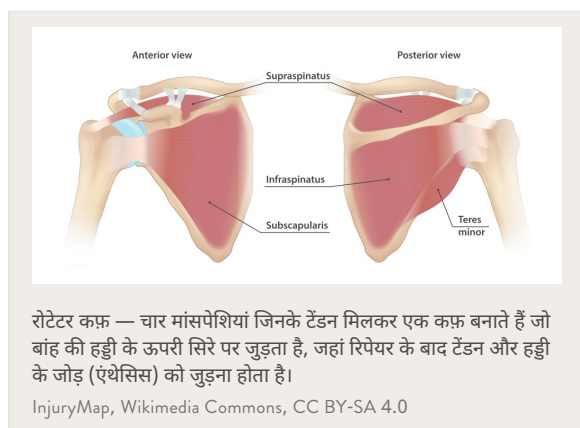
फ्लेक्सर रिपेयर मज़बूत होने से पहले कमज़ोर क्यों होता है

यह वह उलटी लगने वाली बात है जो पूरी सावधान रिहैबिलिटेशन समय-सारणी को समझाती है। टेंडन रिपेयर पहले दिन से लगातार मज़बूत नहीं होता जाता। यह एक **U-आकार के वक्र** का पालन करता है:

- **पहले कुछ दिनों में**, लगभग सारी मज़बूती **टांकों** से आती है; टेंडन का ऊतक खुद लगभग कुछ नहीं जोड़ता।
- **पहले एक से तीन सप्ताह में**, टेंडन के कटे सिरे असल में **नरम** हो जाते हैं: नया कोलेजन पक्का होने से पहले शरीर रिपेयर की जगह पर ही कोलेजन को सोख लेता है और दोबारा ढालता है। इसलिए पूरी संरचना शुरुआती सप्ताहों में अपने सबसे कमज़ोर बिंदु पर पहुंचती है (अक्सर पहले सप्ताह के आखिर से तीसरे सप्ताह तक), भले ही घाव भरा हुआ दिखे और उंगली ठीक महसूस हो।
- **फिर मज़बूती बढ़ती है।** जैसे-जैसे बेतरतीब टाइप III कोलेजन की जगह एक सीध वाला, क्रॉस-लिंकड टाइप I कोलेजन लेता है, रिपेयर अपनी शुरुआती मज़बूती वापस पाता है और फिर उससे आगे निकल जाता है, लगभग 12 सप्ताह तक ज़्यादातर रोज़मर्रा की गतिविधियों के लिए काफ़ी मज़बूती तक पहुंच जाता है और कई महीनों तक पक्का होता रहता है।

इसी गिरावट की वजह से हैंड थेरेपी इतनी सावधानी से चरणों में की जाती है, और इसी वजह से “तीन सप्ताह पर यह ठीक लग रहा है” एक जाल है: अक्सर ठीक उसी समय रिपेयर सबसे ज़्यादा नाज़ुक होता है। शुरुआती चरण में हल्का, नियंत्रित हिलाना-डुलाना टेंडन को फिसलता रखता है (इंट्रिंसिक हीलिंग के पक्ष में) और नए कोलेजन को एक सीध में लाता है, उस रिपेयर पर ज़्यादा भार डाले बिना जो जैविक रूप से अपने सबसे कमज़ोर समय में है। ठीक इसी वजह से रिपेयर के बाद टेंडन का पूरी तरह फटना इन्हीं नाज़ुक शुरुआती सप्ताहों में ज़्यादा होता है।

टेंडन का हड्डी से जुड़ना: रोटटर कफ़ और एंथेसिस



रोटटर कफ़ — चार मांसपेशियां जिनके टेंडन मिलकर एक कफ़ बनाते हैं जो बांह की हड्डी के ऊपरी सिरे पर जुड़ता है, जहां रिपेयर के बाद टेंडन और हड्डी के जोड़ (एंथेसिस) को जुड़ना होता है।

InjuryMap, Wikimedia Commons, CC BY-SA 4.0

रोटटर कफ़ का फटना बिल्कुल अलग समस्या है, क्योंकि यहां टेंडन को वापस **हड्डी** पर जुड़ना होता है, और टेंडन और हड्डी के बीच का जोड़ एक अद्भुत संरचना है जिसे **एंथेसिस** कहते हैं।

स्वस्थ ऊतक में एंथेसिस एक **धीरे-धीरे बदलता हुआ हिस्सा** होता है, जो मोटे तौर पर चार परतों में बना होता है: टेंडन → बिना कैल्शियम वाला फ़ाइब्रोकार्टिलेज → कैल्शियम वाला फ़ाइब्रोकार्टिलेज → हड्डी। नरम, लचीले टेंडन से कठोर, सख्त हड्डी तक यह धीमा बदलाव तनाव को फैला देता है, ताकि नरम टेंडन किसी तीखी सीमा पर कठोर हड्डी से यूं ही उखड़ न जाए।

दिवकत यह है कि एक बार फट जाने के बाद **शरीर उस धीरे-धीरे**

बदलते एंथेसिस को दोबारा नहीं बना सकता। रिपेयर किया गया कफ़ टेंडन और हड्डी के बीच एक **फ़ाइब्रोवैस्कुलर निशान** (खून की नलियों वाला रेशेदार निशान) से जुड़ता है, जो मूल चार-परतों वाले बदलाव से यांत्रिक रूप से कमज़ोर होता है, और यह एक वजह है कि अच्छी तरह की गई सर्जरी के बावजूद रोटटर कफ़ रिपेयर **दोबारा फट** सकते हैं।

यह भी अहम है कि कफ़ के ज़्यादातर फटाव **पूरी तरह चोट से नहीं, बल्कि घिसाव (डिजनरेशन) से** होते हैं: उम्र के साथ टेंडन, खासकर हड्डी से सुप्रास्पाइनेटस टेंडन के मिलने की जगह से लगभग एक सेंटीमीटर दूर कम खून की सप्लाई वाले **“क्रिटिकल ज़ोन”** में, कमज़ोर होता है, उधड़ता है और बहुत कम या बिना किसी चोट के फट जाता है (लगभग 50 साल की उम्र से पहले कफ़ का असली फटना दुर्लभ है)। सर्जरी टेंडन को उसके हड्डी वाले **“फुटप्रिंट”** (जुड़ने की जगह) पर दोबारा जोड़ देती है, लेकिन यह उम्र बढ़ने के खिलाफ़ और अक्सर खराब गुणवत्ता वाले ऊतक के साथ काम कर रही होती है। इसलिए कफ़ का जुड़ना बुनियादी तौर पर जीवविज्ञान से सीमित है: ऑपरेशन बनावट को वापस ठीक कर देता है, लेकिन टेंडन और हड्डी का जोड़ सच में जुड़ता है या नहीं, यह टेंडन की गुणवत्ता, फटाव के आकार, उम्र, धूम्रपान, डायबिटीज़ और इस बात पर निर्भर करता है कि रिपेयर को कैसे बचाया जाता है और उस पर भार कैसे डाला जाता है। यह किसी जवान हाथ में साफ़ कटे फ्लेक्सर टेंडन से बिल्कुल उलटा छोर है: वही ऊतक, पर जुड़ने की बिल्कुल अलग समस्या।

टेंडन के ठीक होने में क्या मदद करता है और क्या नुकसान

- **सही मात्रा में भार।** नियंत्रित, धीरे-धीरे बढ़ता भार टेंडन की मज़बूती और सीध बनाने का अकेला सबसे ताकतवर साधन है। बहुत ज़्यादा, बहुत जल्दी करने से रिपेयर पूरी तरह फट जाता है; बहुत कम करने से जकड़न और एडहीज़न होते हैं। रिहैबिलिटेशन की कला सही मात्रा में है।
- **खून की सप्लाई।** अच्छी खून की सप्लाई वाला टेंडन बेहतर ठीक होता है; कम सप्लाई वाले “वॉटरशेड” हिस्से (जैसे रोटटर कफ़ के कुछ हिस्सों में) बदतर ठीक होते हैं।
- **धूम्रपान, डायबिटीज़, स्टेरॉयड और उम्र,** ये सभी टेंडन के ठीक होने में रुकावट डालते हैं और पूरी तरह फटने और दोबारा फटने का जोखिम बढ़ाते हैं।
- **समय।** टेंडन धीरे ठीक होने वाला ऊतक है; ठीक-ठाक मज़बूती आने में महीने लगते हैं, और पूरी रीमॉडलिंग एक साल से भी आगे चल सकती है।

यह भी देखें

- [हड्डी कैसे जुड़ती है और दोबारा ढलती है](#) — टेंडन-से-हड्डी रिपेयर का हड्डी वाला हिस्सा कैसे व्यवहार करता है
- [धूम्रपान और मांसपेशियों व हड्डियों का ठीक होना](#) — धूम्रपान टेंडन और हड्डी के जुड़ने को धीमा क्यों करता है
- [कॉर्टिकोस्टेरोयड इंजेक्शन](#) — टेंडन के आसपास स्टेरॉयड: उपयोग और सावधानियां