

# Paano Gumagana at Nagagamot ang mga Kalamnan

Ang pahinang ito ay isinalin ng makina at hindi pa nasusuri ng isang doktor. Ang **bersyong Ingles** ang siyang opisyal.

Ang mga kalamnan ay mga makina ng katawan: nililipat nila ang mga utos ng utak sa galaw at lakas, at bumubuo sila ng malaking bahagi ng timbang ng iyong katawan. Hindi tulad ng cartilage, may tunay na kakayahan ang kalamnan na ayusin at kahit muling itayo ang sarili nito, dahil sa isang reserba ng mga dedicated na stem cells. Ngunit may hangganan ang paggaling na ito: ang maliit na pagkapagod ay mabuting gumagaling, habang ang malaking sugat o matagal nang hindi naaalalang sugat ay maaaring gumaling nang may peklat at hindi na lubos na bumalik sa dating kalagayan. Ipinaliliwanag ng pahinang ito, sa simpleng wika, kung ano ang kalamnan at kung paano ito nagagaling; pagkatapos, para sa mga mapagkuhian, lumalalim ito sa kung paano talaga nakakapag-contract ang kalamnan at bakit ang ilang sugat ay nag-iwan ng pangmatagalang kahinaan.

## Ano ang kalamnan at ano ang ginagawa nito

Ang kalamnan ay isang bundle ng mahahabang, hibla-hiblang mga cell (muscle fibres) na magkakasamang nakabalot tulad ng mga hibla ng lubid at nakadikit sa buto sa pamamagitan ng mga tendon. Kapag nagpadala ang utak ng isang signal sa pamamagitan ng isang nerve, ang mga muscle fibres ay nagpapaliliit, na humihila sa tendon at gumagalaw sa joint. Ito ang buong tungkulin nito: i-convert ang isang electrical signal at chemical energy sa puwersa ng paghila.

Ang kalamnan ay mayaman sa dugo, kaya ito kumakaila at nagkakaroon ng bruise kapag napunit, ngunit dahilan din ito kung bakit mas magaling itong gumaling kumpara sa mga tissue na mahina ang dugo tulad ng cartilage.

## Paano gumagaling ang kalamnan

Pagkatapos ng pagkainit o pagputol, gumagaling ang kalamnan sa magkakasunod na yugto:

1. **Pagdugo at pamamaga (unang mga araw).** Nagdudugo at namamaga ang sugat; pumapasok ang mga selulang naglilinis. Ito ang masakit at may dugo sa ilalim na yugto.
2. **Pagpapalago (unang mga linggo).** Gumigising ang mga reserve stem cells at bumubuo ng bagong muscle fiber upang punan ang agwat (tunay na bagong kalamnan, hindi lamang peklat).

3. **Pag-aayos (mga linggo hanggang buwan).** Nagiging mature ang bagong fiber at muling umaayos ayon sa paggamit, at unti-unti nang bumabalik ang lakas.

Ang hamon ay ang pagpapalago at pagbuo ng peklat ay nagkakaroon ng kompetisyon. Ang maliit at malinis na sugat ay magaling na magpapalago. Ang malaking putol naman ay mabilis na naglalagay ng fibrous na peklat (at minsan ay taba) kaysa sa mabilis na pagbuo ng bagong kalamnan, at mas mahina at mas hindi elastic ang peklat kumpara sa kalamnan. Dahil dito, ang malalaking putol, at ang mga putol na naiwan nang matagal, ay maaaring mag-iwan ng permanenteng kahinaan.

## Ano ang tumutulong sa pag-recover ng kalamnan

---

- **Maagang, unti-unting paggalaw.** Ang banayad na paggalaw at pag-unlad ng pagbebenta ay nagtuturo sa bagong kalamnan na muling magtayo at maayos ang pagkakahanay; ang matagalang ganap na pahinga ay nagdudulot ng pagkasira at pagkatigas.
- **Huwag sobra sa maagang yugto.** Ang masyadong matinding pagbebenta sa sariwang sugat ay muling nakakasira nito at nagpapalakas ng pagkabuntong.
- **Magandang pangkalahatang kalusugan.** Ang sapat na protina, pag-iwas sa pag-ihipo, at maayos na kontrol sa diyabetes ay lahat ay sumusuporta sa pag-aayos.
- **Tiyak na paggamot para sa malalaking sugat.** Ang ilang ganap na sugat (halimbawa, ilang pagputol ng tendon-kalamnan) ay pinakamainam na agad na ayusin, bago ang kalamnan ay umuwi at mawalan ng lakas.

## Mas malalim pa

---

Ang seksyong ito ay nag-aalok ng mas detalyadong paliwanag na angkop sa antas ng mag-aaral. Hindi ito kailangan upang maunawaan ang pinsala sa kalamnan, ngunit kung nais mong malaman kung *paano* aktwal na nabubuo ng isang kalamnan ang lakas at bakit hindi ganap na nagpapagaling ang ilang pinsala, magpatuloy sa pagbabasa.

### ANG KALAMNAN BILANG BUHAY NA TISYU

Ang buong kalamnan ay binubuo ng isang **hierarchy**, katulad ng isang kable na may mga kable: ang kalamnan ay naglalaman ng mga bundle (fascicles) ng mahahabang **muscle fibres**, ang bawat fibre ay isang solong malaking cell na puno ng thread-like **myofibrils**, at ang bawat myofibril ay isang chain ng maliit na contractile units na tinatawag na **sarcomeres**. Ang sarcomere ang lugar kung saan ginagawa ang force. Ito ay isang eksaktong, paulit-ulit na pagkakasunod-sunod ng dalawang magkakasamang filaments: makakapal na filaments ng isang protein na tinatawag na **myosin** at manipis na filaments ng **actin**.

Ang bawat fibre ay kabilang sa isang **motor unit**: isang nerve cell at lahat ng muscle fibres na kontrol nito. Ang mga maliliit na galaw (tulad ng kamay) ay gumagamit ng maliliit na motor units; ang mga makapangyarihang galaw ay gumagamit ng malalaki. Ang mga fibre ay may iba't ibang uri din: **slow-twitch** (matibay sa pagkapagod, para sa endurance at postura) at **fast-twitch** (makapangyarihan ngunit mabilis mapagod).

## PAANO UMUUGONG ANG KALAMNAN

Ang pag-ugong ay ang **sliding-filament** na mekanismo. Kapag dumating ang signal ng nerbiyo sa **neuromuscular junction** (ang synapse kung saan nagtatagpo ang nerbiyo at kalamnan; tingnan ang [paano gumagana ang mga nerbiyo](#)), ito ay naglalabas ng kemikal na nagpapahikayat na ang fiber ng kalamnan ay magpadala ng sarili nitong electrical impulse. Ang impulse na iyon ay nagdudulot ng pagtaas ng **calcium** sa loob ng fiber, na nagbubukas ng mga binding sites sa mga actin filaments. Ang mga myosin heads ay humahawak sa actin at humihila nito papaloob (parang isang kopyon ng tug-of-war na humihila ng lubid kamay-kamay), kaya ang makapal at manipis na filaments ay dumadaan sa isa't isa at ang sarcomere ay nagkukuha ng maikli. Ipagpalagay na ito ay nangyayari sa libo-libong sarcomeres at ang buong kalamnan ay umuugong. Lahat ng ito ay gumagana gamit ang **ATP**, ang energy currency ng selula; kapag kulang na ang ATP, pagod na ang kalamnan.

## PAANO GUMAGALING ANG KALAMNAN: MGA SATELLITE CELL LABAN SA PEKLAT

Ang lihim ng pagkukumpuni ng kalamnan ay ang **satellite cell**, isang reserve stem cell na nakatago sa tabi ng bawat muscle fibre. Pagkatapos ng pinsala, aktibado ng mga satellite cell, dumami, at nagkakaisa upang bumuo ng bagong muscle fibre. Ang paggaling ay dumadaloy sa tatlong yugto: **pagkasira** (pagdurugo at pamamaga), **pagpapaunlad** (muling binubuo ng mga satellite cell ang fibre), at **pag-aayos** (matatag ang bagong fibre sa pamamagitan ng paggamit).

Ngunit ang pagpapaunlad ay nasa gitna ng alitan sa **fibrosis**. Ang mga molekula ng pamamaga at signal, lalo na ang isa na tinatawag na **TGF- $\beta$ 1**, ang nagtutulak sa mga fibroblast na maglagay ng peklat na collagen. Sa maliit na pinsala, nananalo ang pagpapaunlad. Sa malaki o paulit-ulit na pinsala, nananalo ang peklat (at minsan ay taba), na nagdudulot ng patch na mas mahina sa mekanikal na aspeto kumpara sa tunay na kalamnan. Ito ang dahilan kung bakit hindi ganap na nagkagaling ang malubhang pinsala sa kalamnan.

## PAGSIPSIP NG TABA AT ANG ROTATOR CUFF

Isang mahalagang bersyon ng ito ang nangyayari sa **rotator cuff** ng balikat. Kapag ang isang tendon ng cuff ay napunit at naiwan, dahan-dahang umuwi pabalik, nawalan ng masa, at pinalitan ng taba (pagsipsip ng taba) ang kasamang kalamnan. Halos hindi na maibabalik ang pagbabagong ito na may taba at atrophy, kahit na ayusin ang tendon sa huli, at ang isang kalamnan na nade-degenerate ay hindi na makakabalik ng buong lakas. Isa ito sa mga pangunahing dahilan kung bakit pinag-aalalahanan ng mga doktor ang *oras* ng pag-aayos ng ilang mga tendon: ang pag-aayos nito bago nade-degenerate ang kalamnan ay nagdudulot ng mas magandang resulta.

## GAMITIN O MAWALA: ATROPHY AT ADAPTASYON

Ang kalamnan ay patuloy na inaangkop sa pangangailangan. Bigyan ito ng progresibong karga at **lumalaki ito (hypertrophy)**: lumalaki at nagpapalakas ang mga hibla (sa pamamagitan ng pagbibigay ng mga nucleus ng mga satellite cell upang suportahan ang mas malaking hibla). Kung itatago o babawasan ang karga (paghiga sa kama, paggamit ng cast, o putol na nerbiyos), **mabilis itong mag-aatrophy**, nawawalan ng laki at lakas sa loob ng ilang linggo. Ang kalamnan na tinanggal sa kanyang nerbiyos (**denervation**) ang pinakamabilis magwaste, at kung hindi babalik ang nerbiyos sa tamang oras, ang kalamnan ay sa huli ay papalitan ng taba at fibrous na tisyu. Ito ang dahilan kung bakit mahalaga ang rehabilitasyon at ang pagpapanatili ng aktibidad ng mga kalamnan habang nagre-recover.

---

### CQ HAND + UPPER LIMB

## ANO ANG NAKATULONG AT NAKAKASAMA SA PAGGALING NG KALAMNAN

- Ang **gradwal na pag-load** ang pangunahing stimulus para sa regenerasyon at muling pag-aayos; ang sobrang dami nang maaga ay nagdudulot ng muling pagputol at pagbuo ng peklat.
- **Dugo** ang sapat sa kalamnan, kaya't mas mabilis itong gumagaling kumpara sa cartilage o sa mga panloob na bahagi ng mga tendon.
- Ang **pagpapapait, diyabetes, pagtanda, at mga corticosteroid** ay nakakapagpahina ng pagkumpuni at nakakapagpabilis ng pagkasira.
- Ang **oras at laki ng sugat** ang nagtatakda ng limitasyon: ang mga maliit na strain ay gumagaling nang buo; ang mga malalaking putol at nade-degenerate na kalamnan ay hindi.

## Tingnan din

---

- [Paano gumagana at nagagamot ang mga nerbiyo](#) – ang nerbiyo at motor end plate na nagpapagalaw ng kalamnan
- [Paano gumagana at nagagamot ang mga tendon](#) – kung paano naaabot ng hila ng kalamnan ang buto
- [Pagsusuka at paggaling ng muskuloskeletal](#) – bakit pinapabagal ng pagsusuka ang paggaling ng kalamnan