

Beräkningsmodeller kan hjälpa oss förstå benvävnadens unika förmåga att avleda sprickor och skydda sig mot benbrott

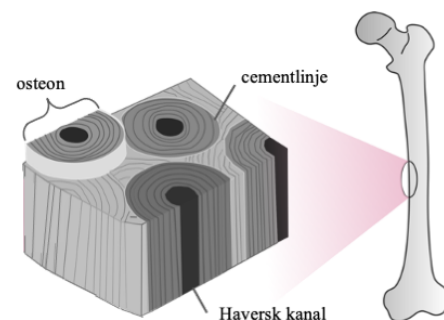
Författare: Olivia Karlsson

Titel: The Investigation of Crack Propagation in Cortical Bone using a Phase Field Fracture Approach

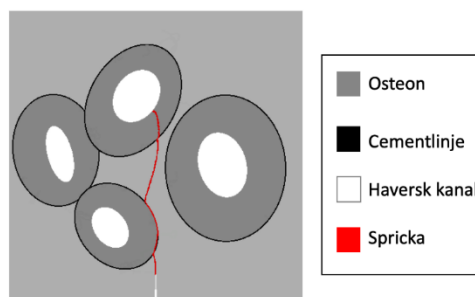
Sannolikheten att råka ut för ett benbrott ökar för äldre och bensköra personer. Hos en ung och frisk person så har benvävnaden i vårt skelett en unik förmåga att skydda sig mot benbrott genom att avleda mikrosprickor. Men med ålder och sjukdom blir skelett svagare och sprickor och benbrott blir vanligare. Man vet inte exakt vilka de bakomliggande orsakerna är. Med hjälp av datormodeller kan man studera hur sprickor i benvävnaden växer och ge insikter i hur vävnadens uppbyggnad hjälper till att motstå skador och benbrott.

Det finns alltid mikrosprickor i benvävnaden, men de är väldigt små. Sprickorna kan växa och bli större frakturer eller benbrott. Skelettet och benvävnaden försöker förhindra det på framför allt två sätt. Det första är att benvävnaden konstant försöker laga sprickor genom att benceller förnyar vävnaden. Det andra sättet är att avleda sprickor och låta dem ta omvägar i strukturen. Benvävnad är uppbyggt så att varje byggsten, både stor och liten, bidrar till benets förmåga att stå emot belastning och förhindra skada. På mikroskalan, så består benvävnaden av osteoner. Osteonerna är den viktigaste byggstenen i mikrostrukturen. De är formade som runda pelare som omringas av ett tunt skikt som kallas cementlinjer.

I det här projektet har en ny beräkningsmetod, som heter fasfältmetoden, använts och applicerats på datormodeller av benvävnadens mikrostruktur för att undersöka hur sprickor växer och hur de kan avledas. För att göra det, så behövde den implementerade beräkningsmetoden först testas för att sedan utvärderas genom att analysera enklare modeller. Främst var målet att undersöka möjligheten att använda fasfältmetoden för att studera hur sprickor växer samt jämföra resultaten med tidigare experiment. Experiment har nämligen visat att cementlinjerna som omringar osteonerna är sprödare och de är svaga punkter i strukturen. Sprickor avleds till att växa i cementlinjerna och därmed skyddar osteonerna från skada. Men hur strukturen av benvävnaden är designad för att göra det möjligt vet vi inte riktigt. Materialegenskaperna för de individuella strukturerna är nämligen oerhört svårt att undersöka med experimentella metoder.



Resultaten från datormodellen visar att sprickorna kan vika av och växa i cementlinjerna, precis som experiment har visat. Men resultaten visar också att egenskaperna av materialen i strukturen påverkar. Med svagare material i cementlinjerna och starkare material i osteonerna ökade sannolikheten för att sprickorna skulle växa i cementlinjerna. Tidigare studier har också visat att benvävnadens förmåga att avleda sprickor minskar med ålder och benskörhet. Med ålder och benskörhet så tappar skelettet benmassa, vilket leder till att håligheten,



porositeten, i benvävnaden ökar. Datormodellen visade att ökad porositet bidrar till en svagare vävnad, vilket betyder att mindre belastning behövdes för att sprickor skulle skapas och växa. Den svaga strukturen av cementlinjerna bidrog inte lika mycket för att förhindra att sprickor skulle ta sig in till osteonerna. Det gör att sannolikheten för benbrott ökar. Det här projektet har visat att fasfältmetoden är ett lovande verktyg för att studera vår benvävnad och öka vår förståelse för hur den är konstruerad.