

# Populärvetenskaplig sammanfattning

Världens befolkning åldras. Hos äldre personer minskar bentätheten gradvis och hos kvinnor går processen snabbare efter klimakteriet. Låg bentäthet medför en ökad risk för höftfrakturer, vilket innebär att fler och fler människor bryter framförallt lårbenshalsen. För att minska antalet frakturer är det viktigt att patienter med hög risk identifieras innan de får sin första fraktur. Idag bedöms risken med hjälp av en bentäthetsmätning utifrån en röntgenbild i 2D. Arbetet i den här avhandlingen utgår från hypotesen att en bättre riskbedömning kan göras baserat på benstyrka som beräknas med datormodeller i 3D. Ett av målen i avhandlingen är att utveckla datormodeller och validera dem mot experiment där mekanisk prövning av lårben genomförts för att efterlikna ett fall åt sidan.

En patient som bedöms ha hög risk för fraktur behandlas med läkemedel som förhindrar att bentätheten minskar ytterligare. Läkemedlen är effektiva men har begränsad förmåga att främja ny benbildning. Läkare använder bencement för att till exempel stabilisera implantat och stärka hoptryckta ryggkotor, men bencement har ännu inte använts för att stärka ben i höften. Kalciumsulfat/hydroxiapatit (CaS/HA) är en typ av bencement som liknar benvävnad. Materialet har redan använts i flera ortopediska tillämpningar som har visat hur kroppen kan bryta ner cementet och ombilda det till ny benvävnad. De mekaniska egenskaperna behöver dock kartläggas mer i detalj. Patienter som får en höftfraktur till följd av låg bentäthet får ofta en höftledsprotos. Ett annat alternativ är att fixera frakturen med hjälp av en dynamisk höftskruv som sammanfogar och stabiliserar de olika delarna. Dessa skruvar lossnar lätt i patienter med låg bentäthet och då kan bencement användas för att stabilisera skruven. Ett mål i den här avhandlingen är att undersöka hur CaS/HA kan användas på ett effektivt sätt i kliniken för att förhindra och behandla höftfrakturer.

Den här avhandlingen inleds med en undersökning av höftens mekaniska egenskaper. Lårben från avlidna donatorer belastades till fraktur i en uppställning som efterliknade ett fall åt sidan. Höghastighetskameror användes

för att noggrant mäta hur benen deformerades under belastningen. Efter de mekaniska testerna skapades datormodeller i 3D av benen. Modellerna baserades antingen på kliniska CT-bilder eller mikro-CT-bilder med högre upplösning. Modellerna som baserades på kliniska CT-bilder kunde förutspå var och vid vilken belastning benbrotten skedde. Modellerna kunde även beskriva deformationen med hög noggrannhet, dock något sämre i områden där benen hade en ojämn yta. Med mikro-CT-modellerna kunde benens yta modelleras med större noggrannhet och även inkludera ojämnheter på ytan. Resultaten från dessa modeller visade att lokala deformationer påverkas av ojämnheter på benets yta.

Avhandlingen fortsätter med en undersökning av kliniska användningsområden för CaS/HA. Datormodeller i 3D användes för att visa hur injektioner av CaS/HA kan förstärka lårbenshalsen. Hur mycket starkare benen blev berodde främst på var den simulerade injektionen av CaS/HA placerades. Dessutom gjordes mekaniska tester för att undersöka om en dynamisk höftskruv kunde stabiliseras med hjälp av en injektion av CaS/HA vid skruvens spets. Undersökningen gjordes genom att fästa skruvar med och utan CaS/HA i syntetiskt och humant ben. Genom att mäta vilken kraft som behövdes för att dra ut skruvarna ur benet visade det sig att CaS/HA hjälpte till att stabilisera skruvarna i det syntetiska benet. I det humana benet kunde inte CaS/HA spridas tillräckligt runt skruven och därför fanns inte heller någon tydlig stabiliserande effekt.

För att förbättra datormodellerna med CaS/HA och ben undersöktes de mekaniska egenskaperna hos CaS/HA ytterligare med hjälp av avbildning i 3D på synkrotronanläggningar. Små prover (millimeter) avbildades i 3D med hög hastighet (sekunder) och med hög upplösning (mikrometer) samtidigt som proverna belastades. Bildernas användes för att visa att skador uppstår och sprider sig olika i benvävnad och CaS/HA. Prover med både ben och CaS/HA visade att CaS/HA skyddar och stärker benvävnaden.

Datormodellerna i den här studien kan beskriva höftens mekaniska egenskaper under belastning noggrant. De kan därför bidra till utvecklingen av den här typen av modeller för att förutspå frakturrisik hos patienter. Modellerna har också visat att CaS/HA är ett användbart bencement som ökar benstyrkan och därmed förhindrar frakturer. CaS/HA kan också användas i kombination med dynamiska höftskruvar för att förbättra frakturfixering. Den nya kunskapen att CaS/HA stärker och skyddar benvävnad från skador kan bidra till att utforska nya användningsområden för materialet och driva utvecklingen så att behandlingen prövas på patienter.