

# **METODY WYZNACZANIA ANIZOTROPII KOŚCI BELECZKOWEJ NA PODSTAWIE OBRAZÓW W SKALI SZAROŚCI**

**I Środkowo Europejski Kongres Osteoporozy i Osteoartrozy oraz XIII Zjazd Polskiego Towarzystwa Osteoartrologii i Polskiej Fundacji Osteoporozy, Kraków 6-8.10.2005**

Streszczenia:

Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja 2005, vol 7 (Supł. 1), s177-178.

**P49**

**METODY WYZNACZANIA ANIZOTROPII KOŚCI BELECZKOWEJ NA PODSTAWIE OBRAZÓW W SKALI SZAROŚCI**

Tabor Z.

Zakład Biofizyki, Collegium Medicum, Uniwersytet Jagielloński  
ul.Grzegórzecka 16a, 31-531 Kraków

e-mail: [tabor@alphas.if.uj.edu.pl](mailto:tabor@alphas.if.uj.edu.pl)

Słowa kluczowe: anizotropia, architektura kości beleczkowej, analiza obrazu.

Wstęp

Mechaniczne i strukturalne własności kości beleczkowej są anizotropowe, t.j. zależą od kierunku, w którym są wyznaczane. Parametry opisujące anizotropię nie korelują z gęstością kości beleczkowej, mogą więc być potencjalnie użyte do poprawy skuteczności oceny ryzyka złamań osteoporotycznych. Anizotropia kości beleczkowej jest typowo mierzona na obrazach binarnych. Jednakże proces akwizycji obrazu kości beleczkowej, przeprowadzony w warunkach in vivo narzuca ograniczenia na dostępną ilość informacji o architekturze kości beleczkowej.

Segmentacja prowadzi do dalszej degradacji jakości tej informacji.

### Cel pracy

Chociaż metody analizy orientacji tekstur zapisanych w pełnej skali szarości są standardowym narzędziem analizy obrazów, to nie były dotychczas stosowane do ilościowego opisu anizotropii kości beleczkowej na podstawie danych otrzymanych w warunkach pomiaru *in vivo*. W pracy przedstawiono przykłady analizy orientacji beleczek kostnych na podstawie obrazów w skali szarości.

### Materiały i metody

Osiowe szlify kości beleczkowej o grubości 200  $\mu$ m otrzymano z kręgów lędźwiowych L3 16 mężczyzn. Przy pomocy kamery CCD sprzężonej z mikroskopem uzyskano obrazy wysokiej rozdzielczości preparatów. Stworzono program do symulacji procesu akwizycji obrazów w pomiarze tomograficznym. Program ten użyto do otrzymania obrazów niskiej rozdzielczości preparatów.

Anizotropię mierzono na obrazach niskiej i wysokiej rozdzielczości przy użyciu metod: mean-intercept length (MIL), volume orientation (VO), gray-level structure tensor (GST) oraz interaction maps (IM). Wyznaczono główny kierunek anizotropii i współczynnik anizotropii. W celu oceny powtarzalności pomiarów parametrów anizotropii wyliczono również standaryzowany współczynnik zmienności StdCV.

### Wyniki

Zbadano korelację pomiędzy wynikami otrzymanymi dla obrazów niskiej i wysokiej rozdzielczości dla różnych poziomów szumu. Współczynnik korelacji dla współczynnika anizotropii wynosił 62%, 62%, 87% oraz 6% dla metod MIL, VO, GST i IM. Współczynnik korelacji dla głównego kierunku anizotropii wynosił 81%, 94%, 90% oraz 75% dla metod MIL, VO, GST i IM. Współczynnik zmienności pomiaru współczynnika anizotropii wyznaczonego na obrazach niskiej rozdzielczości wynosił 210%, 66%, 38% i 72% dla MIL, VO, GST i IM. Współczynnik zmienności pomiaru głównego kierunku anizotropii wyznaczonego na obrazach niskiej rozdzielczości wynosił 122%, 66%, 43% oraz 45% dla

MIL, VO, GST i IM.

Wnioski

W pracy pokazano, że pomiary anizotropii przeprowadzone na obrazach niskiej rozdzielczości zapisane w pełnej 256 stopniowej skali szarości dają zasadniczo lepsze wyniki niż pomiary przeprowadzone w oparciu o obrazy binarne. Najlepsze wyniki otrzymano dla metody opartej na pomiarze gradientu intensywności. Słaba powtarzalność i słaba korelacja z danymi uzyskanymi dla obrazów wysokiej rozdzielczości ograniczają zastosowanie metod opartych na obrazach binarnych do analizy anizotropii kości beleczkowej.

**P49**

### **QUANTIFYING TRABECULAR BONE ANISOTROPY FROM GREY-LEVEL IMAGES**

Tabor Z.

Department of Biophysics, Collegium Medicum, Jagiellonian University

Grzegorzeczka 16a, 31-531 Cracow, Poland

e-mail: tabor@alphas.if.uj.edu.pl

Keywords: anisotropy, trabecular architecture, image analysis

Introduction

Mechanical and structural properties of trabecular bone are anisotropic, i.e. they depend on the test direction. The anisotropy of trabecular bone structure provides information, which is independent of bone density and may be used to improve evaluation of bone strength. Numerous methods of quantifying anisotropy have been introduced and used to the analysis of only segmented images of trabecular bone. However degradation of image if the process of in vivo acquisition followed by segmentation may lead to serious reduction of the diagnostic power of architectural parameters. For example it is known that estimates of histomorphometric measures based on low-resolution segmented images of trabecular bone correlate only mildly with estimates based on high-resolution images. It would be thus plausible to derive structural information

should directly from grey-level images.

#### Aim of the work

Although methods of analysis of texture orientation exist in image processing science, there was only little effort to apply them to the field of trabecular bone research. We discuss possible approaches to the analysis of anisotropy of trabecular bone directly from gray-level images.

#### Materials and methods

Axial trabecular bone sections with thickness of 200 $\mu$ m were obtained from L3 vertebral bodies of 16 men. High-resolution images of the specimens were acquired using CCD camera connected to a microscope. A process of CT examination was simulated and low-resolution images of the sections were obtained.

Anisotropy of both low- and high-resolution images was computed using methods based on mean-intercept length (MIL), volume orientation (V0), gray-level structure tensor (GST) and interaction maps (IM). Main anisotropy direction and anisotropy ratio were computed. Reproducibility (standardized coefficient of variation StdCV) of the anisotropy measures was also estimated.

#### Results

We examined correlation between the low-and high-resolution estimates of anisotropy measures for signal-to-noise ratio ranging from 1 to 2 to reproduce in vivo acquisition circumstances. The correlation coefficient between low- and high resolution estimates of anisotropy ratio was equal to 62%, 62%, 87% and 6% for MIL, V0, GST and IM, respectively. The correlation coefficient between low- and high resolution estimates of the main anisotropy direction was equal to 81%, 94%, 90% and 75% for MIL, V0, GST and IM, respectively. Reproducibility of low-resolution estimate of anisotropy ratio was equal to 210%, 66%, 38% and 72% for MIL, V0, GST and IM, respectively. Reproducibility of low-resolution estimate of the main anisotropy direction was equal to 122%, 66%, 43% and 45% for MIL, V0, GST and IM, respectively.

#### Conclusion

It has been shown in the study that gray-level-based description of anisotropy is substantially better than binary image-based description. We have found that gradient of intensity describes best orientation of trabeculae. The application of binary image-based methods to the description of trabecular anisotropy is limited because of poor reproducibility and mild correlation with high-resolution data.