

# WPŁYW STOPNIA ZMIAN CHOROBY ZWYRODNIENIOWEJ NA WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE STRUKTUR STAWU BIODROWEGO

V Środkowo Europejski Kongres Osteoporozy i Osteoartrozy oraz XVII Zjazd Polskiego Towarzystwa Osteoartrologii i Polskiej Fundacji Osteoporozy, Kraków 20-21.09.2013

**Streszczenia:**

Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja 2013, vol 15 (Suppl. 2).str 86-87

L44

**WPŁYW STOPNIA ZMIAN CHOROBY ZWYRODNIENIOWEJ NA WŁAŚCIWOŚCI  
MECHANICZNE STRUKTUR STAWU BIODROWEGO**

**Nikodem A.<sup>1</sup>, Tomanik M.<sup>2</sup>, Gabryś P.<sup>3</sup>, Dragan S.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Zakład Inżynierii Biomedycznej i Mechaniki Eksperymentalnej, Wydział Mechaniczny, Politechnika Wrocławska

<sup>2</sup>Studenckie Koło Naukowe Biomechaników, Wydział Mechaniczny Politechnika Wrocławska, Wrocław

<sup>3</sup>Katedra i Klinika Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu, Akademia Medyczna we Wrocławiu

**Słowa kluczowe:** osteoartroza, mikrotomografia komputerowa, właściwości mechaniczne

**Wstęp.** Funkcjonowanie tak złożonej struktury, jaką jest układ kostny człowieka, możliwe jest dzięki odpowiedniej budowie i właściwościom tkanki kostnej. Zapewnienie wystarczającej wytrzymałości przy zachowaniu minimalnej masy, niezbędnej podatności i zdolności przenoszenia obciążeń, możliwe jest tylko dzięki połączeniu jej optymalnej struktury oraz właściwości mechanicznych. Gęstość nie jest wystarczającym parametrem do opisu właściwości mechanicznych tkanki kostnej, zależą one bowiem również od parametrów strukturalnych, które określają organizację tkanki kostnej w badanej próbce. Właściwości badanej struktury zależą zarówno od właściwości poszczególnych beleczek kostnych, jak również od sposobu oraz liczby ich połączeń między sobą. W tkance prawidłowej procesy budowy, niszczenia i odbudowy tkanki wzajemnie się równoważą i uzupełniają, w przypadku zaburzenia tej równowagi dochodzi do zmian o charakterze chorobowym takich jak osteoartroza. W chorobie tej dochodzi do niszczenia i ubytku chrząstki stawowej oraz hipertrofii tkanki kostnej w okolicy okołostawowej, co zmienia warunki mechaniczne w rejonie stawu. Znajomość mechanizmów powstawania zmian chorobowych, które nie są dokładnie poznane, oraz udoskonalanie metod ich diagnozowania i terapii stanowią wciąż jeden z najważniejszych problemów współczesnej medycyny.

**Cel.** Głównym celem badań było określenie właściwości mechanicznych i strukturalnych tkanki kostnej gąbczastej pochodzącej zarówno z tkanki kostnej prawidłowej, jak i patologicznie zmienionej głów kości udowej człowieka. Znajomość zależności występujących pomiędzy strukturą tkanki i jej mechaniką pozwoli na określenie mechanizmów zmian tkanki kostnej prawidłowej w tkankę patologicznie zmienioną.

**Materiał i metody.** Materiał badawczy stanowiły nasady bliższe kości udowych pacjentów poddanych zabiegowi alloplastyki stawu biodrowego (n=54), u których stwierdzono osteoartrozę. W celu określenia właściwości strukturalnych i mechanicznych tkanki kostnej gąbczastej, przygotowano

sześcienne próbki kostne o wymiarach 10x10x10 mm. Próbki wycinano z prędkością 1 mm/s za pomocą przecinarki precyzyjnej Accutom-5, STRUERS®. W badaniach strukturalnych wykorzystano 3D modele uzyskane w mikrotomografii SkyScan1172, Bruker®. W badaniach analizowano następujące parametry strukturalne: BV/TV, BS/BV, SMI, ConnD, Tb.Th, Tb.N oraz DA. Kierunkowe właściwości mechaniczne przeprowadzono w testach jednoosiowego ściskania za pomocą maszyny MTS Synergie 100®. Kierunkowe badania mechaniczne przeprowadzono z prędkością odkształcenia równą 0,01/s-1, ze wstępnym obciążeniem 10N, do wartości siły odpowiadającej 1% odkształcenia, co odpowiada wartości obciążenia fizjologicznego. Na podstawie uzyskanych charakterystyk określono wartości modułu Younga (E1, E2, E3) oraz wartości parametru DMA.

**Wyniki.** Analiza jakościowa i ilościowa próbek tkanki kostnej pochodzących z różnych etapów choroby zwyrodnieniowej wskazuje zróżnicowanie pod kątem liczby, rodzaju poszczególnych beleczek i ich połączeń, jak i sposobu ich organizacji w badanej próbce. Badania stereologiczne wykazują, że objętość BV zawiera się w zakresie od 143,68 do 273,31 [mm<sup>3</sup>] dla próbek rejonu podchrzęstnego oraz od 123,36 do 303,10 [mm<sup>3</sup>] dla strefy dalszej. BS/BV zawiera się w przedziale od 2965,57 do 4217,20 [mm<sup>2</sup>]. Wartości modułu Younga w kierunku zgodnym z kierunkiem przenoszonych obciążeń w stawie (E1) wynosi od 39,33 do 54,30 [MPa]. Wartości anizotropii mechanicznej (DMA) charakteryzują się wyższymi wartościami w porównaniu z anizotropią strukturalną (DA).

**Wnioski.** Na podstawie otrzymanych wyników możemy zauważyć, że wartości parametrów strukturalnych i mechanicznych wykazują duże różnice w wartościach ze względu na poziom zaawansowania choroby zwyrodnieniowej. Tkanka kostna prawidłowa charakteryzuje się zarówno najwyższymi wartościami parametrów sprężystych (moduł Younga w trzech ortogonalnych kierunkach)

jak również wytrzymałościowych, w porównaniu do próbek osteoartrotycznych (nawet w rejonie tkanki podchrzęstnej).

**L44**

## **THE INFLUENCE OF DEGREE OF OSTEOARTHRITIS ON MECHANICAL PROPERTIES OF HIP STRUCTURES**

**Nikodem A.<sup>1</sup>, Tomanik M.<sup>2</sup>, Gabryś P.<sup>3</sup>, Dragan S.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Zakład Inżynierii Biomedycznej i Mechaniki Eksperymentalnej, Wydział Mechaniczny, Politechnika Wrocławska

<sup>2</sup>Studenckie Koło Naukowe Biomechaników, Wydział Mechaniczny Politechnika Wrocławska, Wrocław

<sup>3</sup>Katedra i Klinika Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu, Akademia Medyczna we Wrocławiu

**Keywords:** *osteoarthritis, microtomography method, mechanical properties*

**Objectives.** The operation of the highly complex structure that is the skeletal system is possible thanks to the appropriate construction and properties of bone tissue. Sufficient strength while maintaining minimum mass, necessary resilience, and ability to transfer loads can only be assured thanks to the optimum connection of various bone tissue components. Density alone is not a sufficient parameter to describe mechanical parameters, depend on structure which determine the organisation of bone tissue. The properties of bone tissue structure depend on the properties of the individual bone trabeculae as well as the method and number of their interconnections.

A balance disturbance caused by the processes of functional

adaptation of bones, additionally amplified by such factors as age and bone quality, may result in bone tissue pathologies as osteoarthritis. That disease causes destruction and loss of articular cartilage and hypertrophy of bone tissue in the periarticular area, which changes mechanical conditions in the joint area.

Knowledge of the pathological mechanisms causing lesions and methods of their diagnosis and therapy still constitute one of the most important problems of contemporary medicine.

**Aim.** The main purpose of the conducted studies is to determine the structural and mechanical properties of bone tissue, search for correlations between them, and attempt to describe such correlations by means of mathematical relationships. Those correlations have been determined for normal and pathologically changed bone tissue.

**Materials and methods.** The material consisted of proximal epiphysis of the human femur bone (n=54) of patients diagnosed with osteoporosis. Bone specimens (10x10x10 mm) were prepared in order to determine both structural and mechanical properties of bone tissue. The specimens were cut out at a speed of 1 mm/s using Accutom-5, STRUERS® automatic precision cutter. To specify structural properties (BV/TV, BS/BV, SMI, ConnD, Tb.Th, Tb.N oraz DA) for an analysis was conducted of the cancellous bone tissue specimens using X-ray microtomography (SkyScan1172, Bruker®). The mechanical tests were carried out with the use of universal material testing MTS Synergie 100®, with strain velocity 0,01/s-1, and preload value 10N. According to obtained mechanical characteristics, the values of Young's modulus (E1, E2, E3) and DMA parameter were calculated.

**Results.** The conducted qualitative and quantitative analyses show that each of the studied groups differs as to the number and type of the respective trabeculae, their

connections, and the method of their organisation in the tested specimen. Stereological parameters shows that BV values varies from 143.68 to 273.31 [mm<sup>3</sup>] for subchondral bone and from 123.36 to 303.10 [mm<sup>3</sup>] for distal part. BS/BV values varies from 2965.57 to 4217.20 [mm<sup>2</sup>]. Young's modulus in the direction of the load transmitted in the joint (E1) equal from 39.33 to 54.30 [MPa]. Mechanical anisotropy (DMA) are characterized by higher values compared to the structural anisotropy (DA).

**Conclusions.** Based on results, the values of structural and mechanical parameters vary widely with respect to different type of osteoarthritis and conditions of tissue. Compared to specimens of pathologically changed tissues, normal bone tissue is characterised by the highest values of elasticity parameters (Young's modulus in three orthogonal directions) as well as strength parameters.