วิษณุพงศ์ ตะเคียน : การจำลองพฤติกรรมการสึกหรอชิ้นส่วนหมอนรองกระดูกของข้อเข่าเทียมด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (WEAR BEHAVIOR MODELING ON TIBIAL INSERT COMPONENT OF TOTAL KNEE ARTHROPLASTY USING FINITE ELEMENT METHOD) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภกิจ รูปขันธ์, 158 หน้า.

คำสำคัญ: คุณสมบัติวัสดุ/ไฟไนต์เอลิเมนต์/วิศวกรรมย้อนรอย/อัตราการสึกหรอ/ความเค้นสัมผัส

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาพฤติกรรมการสึกหรอที่เกิดขึ้นบนชิ้นส่วนหมอนรองข้อเข่าเทียมในอุปกรณ์ข้อเข่าเทียมด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ โดยศึกษาถึงพารามิเตอร์ทางกลที่สำคัญและที่ส่งผลต่อการสึกหรอ ได้แก่ รูปทรงของข้อเข่าเทียม ขนาด วัสดุชิ้นส่วนหมอนรองข้อเข่าเทียม และพฤติกรรมของภาระในขณะใช้งาน โดยที่การศึกษาในส่วนแรกจะเป็นการพิจารณาอิทธิพลของความเค้นและพื้นที่สัมผัสที่เกิดขึ้นระหว่างชิ้นส่วนกระดูกต้นขาส่วนล่างกับชิ้นส่วนหมอนรองข้อเข่าเทียมกับรูปทรงและประเภทข้อเข่าเทียมที่ต่างกัน โดยวิธีการจำลองบนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การทดสอบจริง จากนั้นส่วนที่สองจะเป็นการศึกษาพฤติกรรมทางไตรโบโลยี ของการทดสอบแบบมาตรฐานพินออนดิสก์ โดยการพัฒนาแบบจำลองการสึกหรอด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์และวิเคราะห์เปรียบเทียบผลกับการทดสอบจริง และสุดท้ายส่วนที่สามเป็นการศึกษาพฤติกรรมการสึกหรอบนชิ้นส่วนหมอนรองข้อเข่าเทียมในอุปกรณ์ข้อเข่าเทียมภายใต้เงื่อนไขการจำลองด้วยมาตรฐานการทดสอบ ISO-14243 เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยทางกลที่ส่งผลต่อการสึกหรอและรอบการใช้งานบนชิ้นส่วนหมอนรองข้อเข่าเทียมและเปรียบเทียบระหว่างแบบจำลองวัสดุพอลีเอทิลีนน้ำหนักโมเลกุลสูง (UHMWPE) และวัสดุพอลิอีเทอร์อีเทอร์คีโทน (PEEK) ผลการศึกษาพบว่าในการทดลองส่วนแรกเพื่อหาค่าความเค้นที่เกิดขึ้นในข้อเข่าเทียมระหว่างการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์และการทดสอบมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งมีค่าความแตกต่างอยู่ในช่วง 4.29 % ถึง 57.3 % ในขณะที่ผลการวิเคราะห์การสึกหรอบนโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีค่าใกล้เคียงกับการทดสอบพินออนดิส นอกจากนี้ การทำนายพฤติกรรมการสึกหรอบนชิ้นส่วนหมอนรองกระดูกมีผลใกล้เคียงกับการทดสอบตามมาตรฐาน ทั้งนี้ ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการสึกหรอบนหมอนรองข้อเข่าเทียมประกอบไปด้วยสมบัติทางกล การออกแบบขนาดและรูปทรงของข้อเข่าเทียม ท้ายที่สุดผลจากการทดสอบเปรียบเทียบยืนยันความถูกต้องของ มีผลที่ใกล้เคียงและเป็นไปในทางทิศเดียวกัน

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ปีการศึกษา 2565 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

WISANUPONG TAKIAN : WEAR BEHAVIOR MODELING ON TIBIAL INSERT COMPONENT OF TOTAL KNEE ARTHROPLASTY USING FINITE ELEMENT METHOD. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. SUPAKIT ROOPPAKHUN, Ph.D., 158 PP.

Keywords: Mechanical Propertires/Finite Element Method/Reverse Engineer/Wear Rate/Contact Pressure

This research aimed to study the wear behavior of the tibial insert using the finite element method. The major mechanical parameters that affect wear and tear are examined, including the geometry of total knee arthroplasty, sizes, and materials of the tibial insert. The first part of the study is to determine the influence of contact pressure and the contact area between the femoral with the tibial insert of different geometry by simulation method on a computer program with finite element method, actual testing. The second part is to study the tribological behavior of the pin-on-disk standard test by developing a finite element wear model and analyzing the results against the actual test. And finally, the third part is a study of wear behavior on the tibial insert under simulated conditions under ISO-14243 testing standards to analyze the mechanical factors affecting and use cycles of wear on the tibial insert. The tibial insert parts have been compared between high molecular weight polyethylene (UHMWPE) and polyetheretherketone (PEEK) materials. The study found that the contact pressure in the tibial insert between the computer simulation and experiment values was similar for the first part. The difference has ranged from 4.29% to 57.3%, a significant difference due to experimental limitations. The results of the wear analysis on the computer simulation are similar to the pin-on-disk test. In addition, the predictive effect of the wear behavior on the tibial insert parts was similar to that of the standardized test. The factors affecting the wear behavior on the tibial insert include mechanical properties, design, sizes, and geomegic of the total knee arthroplasty. Finally, the results from the comparative test confirmed the validity of having similar results and are in the same direction.

School of Mechanical Engineering

Academic Year 2022

Student's Signature.....

Advisor's Signature.....