การพัฒนาข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้า
สำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทย

โดย

ศาสตราจารย์ นายแพทย์กีรติ เจริญชลวานิช
รองคณบดีฝ่ายสร้างเสริมสุขภาพ
คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

นักศึกษาวิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร
หลักสูตรการป้องกันราชอาณาจักร รุ่นที่ ๖๒
ประจำปีการศึกษา พุทธศักราช ๒๕๖๒ – ๒๕๖๓

หนังสือรับรอง

วิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ ได้อนุมัติให้เอกสารวิจัยส่วนบุคคล เรื่อง “การพัฒนาข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าสำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทย” ลักษณะวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของศาสตราจารย์ นายแพทย์กีรติ เจริญชลวานิช เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการป้องกันราชอาณาจักร รุ่นที่ ๖๒ ประจำปีการศึกษาพุทธศักราช ๒๕๖๒ - ๒๕๖๓

พลโท

(พิสัณห์ ปฐมเอม)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร
สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

บทคัดย่อ

เรื่อง การพัฒนาข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าสำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทย
ลักษณะวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ผู้วิจัย ศาสตราจารย์ นายแพทย์กีรติ เจริญชลวานิช **หลักสูตร** วปอ. **รุ่นที่** ๖๒

โรคข้อเสื่อมเป็นปัญหาที่สำคัญของระบบสาธารณสุขเนื่องจากพบได้มากที่สุดในโรคข้อทั้งหมด พบในผู้สูงอายุมากกว่า ๖๕ ปี ถึงร้อยละ ๘๐ ถึง ๙๐ โดยเฉพาะโรคข้อสะโพกเสื่อม ซึ่งเกิดจากกระดูกอ่อนผิวข้อเสื่อมสลายไป จนทำให้เกิดอาการปวดข้อสะโพกตลอดเวลา ข้อสะโพกติด มีเสียงลั่นในข้อ เคลื่อนไหวหรือเดินได้ลำบาก หรือไม่สามารถเหยียดข้อสะโพกได้ ผู้ป่วยโรคข้อสะโพกเสื่อมที่ไม่สามารถรักษาได้ด้วยยาหรือการทำกายภาพบำบัด อาจต้องเข้ารับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียม ซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายตั้งแต่ ๑๐๐,๐๐๐ บาทถึง ๓๐๐,๐๐๐ บาทต่อข้อ โดยพบว่าในปีพ.ศ. ๒๕๕๙ มีการเบิกจ่ายตามสิทธิการรักษาพยาบาลสูงถึง ๙,๘๒๗ ข้อ คิดเป็นมูลค่าการนำเข้าข้อสะโพกเทียมสูงถึง ๓๗๐ ล้านบาท และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นอันเนื่องมาจากอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรผู้สูงอายุ แสดงให้เห็นว่าในแต่ละปีประเทศไทยมีการใช้งบประมาณจำนวนมากในการรักษาโรคข้อเสื่อมในผู้สูงอายุ การพัฒนาข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าสำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทย จึงมีเป้าหมายเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ ได้แก่ การศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของกระดูกต้นขาและข้อสะโพก คุณสมบัติของข้องสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้า และเพื่อออกแบบนวัตกรรมข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าให้เหมาะสมกับผู้สูงอายุในประเทศไทย รวมทั้งเพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรมข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าขึ้น เพื่อนำองค์ความรู้ที่ได้ส่งเสริมให้สามารถผลิตและจัดจำหน่ายข้อสะโพกเทียมขึ้นในประเทศ ลดการนำเข้าข้อสะโพกเทียมจากต่างประเทศ ลดต้นทุนในการรักษา ส่งผลให้ผู้สูงอายุสามารถเข้าถึงการรักษาได้มากขึ้น นำไปสู่การพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืนทั้งในเชิงเศรษฐกิจและสังคมต่อไป

Abstract

Title The development of bipolar hemiarthroplasty for Thai patients

Field Science and Technology

Name Professor Keerati Charoencholvanich, MD **Course** NDC **Class** 62

Osteoarthritis affects the issues in public health as it is the common disease found in elderly, aged over 65, for 80 – 90 percent. It occurs when the protective cartilage that cushions the ends of your bones wears down over time. Patients with hip osteoarthritis may not have the ability to flex or extend their leg, walk, and move. The patients, who ineffectively received the treatments with medicines and rehabilitation, will need to undergo hip replacement surgery. In 2016, there were 9,827 surgical procedures operated which valued around 370 million baht. The number of cases is increasing as of the growth of elderly population. The development of bipolar hemiarthroplasty would create the benefits by reducing the number of prostheses imported from overseas, reducing the cost of healthcare treatments, and increasing the ability to access the healthcare treatment.

คำนำ

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าสำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทย ได้รับแรงบันดาลใจมาจากการพูดคุยกับผู้ป่วยที่เข้ารับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเทียม โดยในปัจจุบันจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเทียมมีเพิ่มสูงขึ้นตามจำนวนประชากรผู้สูงอายุในประเทศไทย การผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียมมีค่าใช้จ่ายประมาณ ๑๐๐,๐๐๐ ถึง ๓๐๐,๐๐๐ บาทต่อราย คิดเป็นมูลค่ารวมสูงกว่า ๓๗๐ ล้านบาทต่อปี ซึ่งข้อสะโพกเทียมที่ใช้อยู่นั้นเป็นข้อสะโพกเทียมที่นำเข้าจากต่างประเทศ การพัฒนาและผลิตข้อสะโพกเทียมขึ้นในประเทศจะช่วยลดต้นทุนในการรักษา ส่งผลให้ผู้สูงอายุสามารถเข้าถึงการรักษาได้มากขึ้น นำไปสู่การพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืนทั้งในเชิงเศรษฐกิจและสังคมต่อไป

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า การวิจัยในครั้งนี้จะสามารถสร้างองค์ความรู้ เพื่อออกแบบนวัตกรรมข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าให้เหมาะสมกับผู้สูงอายุในประเทศไทย รวมทั้งเพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรมข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าขึ้นได้ไม่มากก็น้อย

(ศาสตราจารย์ นายแพทย์กีรติ เจริญชลวานิช)
นักศึกษาวิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร
หลักสูตร วปอ. รุ่นที่ ๖๒
ผู้วิจัย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องการพัฒนาข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าสำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทยนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ พันเอกหญิงอัจริย์กุล อำไพ และพลตรีกิตติชาติ นิลขำ ที่ปรึกษาหลัก ที่ได้กรุณาตรวจงานวิจัย พร้อมกับให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ ตลอดจนแก้ไขระเบียบวิธีวิจัย และการจัดทำรูปเล่มจนเป็นฉบับที่สมบูรณ์นี้ และขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้สนับสนุนการศึกษาตลอดเวลาที่ศึกษา ณ วิทยาลัยป้องกันประเทศนี้

ขอขอบคุณภาควิชาศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิคส์และกายภาพบำบัด คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ศูนย์เทคโนโลยีทางทันตกรรมขั้นสูง (ADTEC) และบริษัท ออโธ-พีเซีย จำกัด ที่ได้มีส่วนร่วมในกระบวนการวิจัย รวมทั้งได้อนุเคราะห์ทรัพยากร วัสดุและอุปกรณ์ในการวิจัยนี้ และขอขอบคุณทุกท่านที่อยู่เบื้องหลังการจัดทำเอกสารวิจัยฉบับนี้ จนสำเร็จเป็นรูปเล่มที่สมบูรณ์

สุดท้ายนี้ งานวิจัยจะสำเร็จไม่ได้ หากไม่ได้รับการสนับสนุนจากครอบครัว ที่ห่วงใย และให้กำลังใจ จนงานวิจัยนี้เป็นผลสำเร็จ ณ วันนี้

(ศาสตราจารย์ นายแพทย์กีรติ เจริญชลวานิช)
นักศึกษาวิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร
หลักสูตร วปอ. รุ่นที่ ๖๒
ผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	**ก**
Abstract	**ข**
คำนำ	**ค**
กิตติกรรมประกาศ	**ง**
สารบัญ	**จ**
สารบัญตาราง	**ช**
สารบัญแผนภาพ	**ซ**
บทที่ ๑ บทนำ	**๑**
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	๑
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	๓
ขอบเขตของการวิจัย	๓
วิธีดำเนินการวิจัย	๓
ข้อจำกัดของการวิจัย	๔
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	๕
คำจำกัดความ	๕
บทที่ ๒ การทบทวนวรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	**๘**
สังคมผู้สูงอายุในประเทศไทย	๘
โรคข้อสะโพกเสื่อม	๙
ลักษณะทางกายวิภาคของข้อสะโพก	๑๑
กลศาสตร์ประยุกต์ของข้อสะโพก	๑๓
การผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียม	๑๕
ชนิดข้อสะโพกเทียมที่มีในปัจจุบัน	๑๘
วัสดุและลักษณะของข้อสะโพกเทียมที่มีในปัจจุบัน	๑๙
ข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าที่นิยมใช้ในประเทศไทย	๒๒
การทดสอบข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าตามมาตรฐานสากล	๒๕
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	๒๙
กรอบแนวคิดของการวิจัย	๒๙

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
สรุป	๓๐
บทที่ ๓ การออกแบบข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าสำหรับผู้สูงอายุ	**๓๑**
การออกแบบและจัดทำแบบร่างข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าแบบ ๒ มิติ	๓๑
การออกแบบและจัดทำแบบร่างข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าแบบ ๓ มิติ	๓๗
สรุป	๔๑
บทที่ ๔ การวิเคราะห์แบบจำลอง ๓ มิติด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	**๔๒**
ขั้นตอนการวิเคราะห์แบบจำลอง ๓ มิติด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	๔๒
ผลการวิเคราะห์แบบจำลอง ๓ มิติด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	๔๔
สรุป	๔๘
บทที่ ๕ สรุปและข้อเสนอแนะ	**๔๙**
สรุปการทำวิจัย	๔๙
สรุปผลการทำวิจัย	๕๐
ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป	๕๐
บรรณานุกรม	**๕๑**
ประวัติย่อผู้วิจัย	**๕๔**

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

๓ - ๑ ขนาดของความยาวแต่ละมิติของก้านกระดูกต้นขาแบบคอมาตรฐาน ๓๒

๓ - ๒ ขนาดของความยาวแต่ละมิติของก้านกระดูกต้นขาแบบคอยาวกว่ามาตรฐาน ๓๓

๓ - ๓ ขนาดของหัวกระดูกต้นขาเทียม ๓๓

๓ - ๔ ขนาดของหัวกระดูกต้นขาไบโพล่าด้านนอก ๓๖

๔ - ๑ คุณสมบัติทางกายภาพของข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้า ๔๔

สารบัญแผนภาพ

หน้า

แผนภาพที่

๒ - ๑ ข้อสะโพกปกติและข้อสะโพกเสื่อม ๑๐

๒ - ๒ กระดูกเชิงกราน ๑๑

๒ - ๓ ลักษณะทางกายภาพของข้อสะโพก ๑๒

๒ - ๔ แนวแกนตามลักษณะทางกายวิภาค ๑๓

๒ - ๕ ลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อสะโพก ๑๔

๒ - ๖ ข้อสะโพกเทียมแบบใช้ซีเมนต์ยึดกระดูก ๑๖

๒ - ๗ อุปกรณ์สำหรับผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียม ๑๗

๒ - ๘ ข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าและข้อสะโพกเทียมชนิดมีเบ้า ๑๘

๒ - ๙ ส่วนประกอบของข้อสะโพกเทียมชนิดมีเบ้า ๑๘

๒ - ๑๐ ภาพจำลองข้อสะโพกเทียมชนิดมีเบ้าของ Sir John Charnley ๑๙

๒ - ๑๑ ก้านกระดูกต้นขาแบบต่างๆ ๒๑

๒ - ๑๒ รูปร่างหน้าตัดของกระดูกต้นขาเทียมแบบต่างๆ ๒๒

๒ - ๑๓ ก้านสะโพกเทียม Exeter ๒๓

๒ - ๑๔ ก้านสะโพกเทียม Corail ชนิดใช้ซีเมนต์ยึดเกาะกระดูกและชนิดไม่ใช้ซีเมนต์ยึดเกาะกระดูก (ขวา) ๒๓

๒ - ๑๕ ก้านสะโพกเทียม CPT ๒๔

๒ - ๑๖ ก้านสะโพกเทียม Tandem ๒๔

๒ - ๑๗ หัวสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าที่นิยมในประเทศไทย ๒๕

๒ - ๑๘ ภาพตัวอย่างการทดสอบความล้าตามมาตรฐาน ASTM F๒๕๘๐ ๒๖

๒ - ๑๙ ภาพตัวอย่างการทดสอบความแข็งแรงของหัวกระดูต้นขาเทียมตามมาตรฐาน ISO ๗๒๐๖-๑๐ ๒๗

๒ - ๒๐ ภาพตัวอย่างการทดสอบแรงกด แรงดึง และความต้านทานต่อแรงบิดตามมาตรฐาน ASTM F๑๘๒๐ ๒๘

๒ - ๒๑ การทดสอบข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าส่วนต่างๆ ตามมาตรฐานสากล ๒๘

๒ - ๑๙ กรอบแนวคิดของการวิจัย ๒๙

๓ - ๑ การออกแบบก้านกระดูกต้นขาแบบ ๒ มิติ ๓๑

๓ - ๒ ความยาวของคอก้านกระดูกต้นขาแบบมาตรฐานและยาวกว่ามาตรฐาน ๓๒

สารบัญแผนภาพ (ต่อ)

หน้า

แผนภาพที่

๓ – ๓ ตัวอย่างการออกแบบก้านกระดูกต้นขาเทียมแบบคอมาตรฐานขนาด ๐ ด้วยโปรแกรม CAD ๓๓

๓ - ๔ ตัวอย่างการออกแบบก้านกระดูกต้นขาเทียมแบบคอยาวกว่ามาตรฐานขนาด ๐ ด้วยโปรแกรม CAD ๓๔

๓ - ๕ ตัวอย่างการออกแบบคอก้านกระดูกต้นขาเทียมขนาด ๑ ๓๕

๓ - ๖ ตัวอย่างการออกแบบคอก้านกระดูกต้นขาเทียมขนาด ๒ ๓๕

๓ - ๗ ตัวอย่างการออกแบบหัวกระดูกต้นขาไบโพล่าด้านนอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๔๐ มิลลิเมตร ๓๖

๓ - ๘ ตัวอย่างการออกแบบหัวกระดูกต้นขาไบโพล่าด้านในขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านใน ๒๘ มิลลิเมตรและด้านนอก ๔๖ มิลลิเมตร ๓๗

๓ - ๙ ตัวอย่างแบบจำลองก้านกระดูกต้นขา ๓ มิติ ๓๗

๓ - ๑๐ ตัวอย่างแบบจำลองหัวกระดูกต้นขา ๓ มิติ ๓๘

๓ - ๑๑ ตัวอย่างแบบจำลองหัวกระดูกต้นขาไบโพล่าด้านนอก ๓ มิติ ๓๘

๓ - ๑๒ ตัวอย่างแบบจำลองหัวกระดูกต้นขาไบโพล่าด้านใน ๓ มิติ ๓๘

๓ - ๑๓ ตัวอย่างแบบจำลองหัวกระดูกต้นขาไบโพล่าด้านใน ๓ มิติ ๓๘

๓ - ๑๔ การทดสอบการผลิตก้านกระดูกต้นขาด้วยเทคโนโลยีการพิมพ์ ๓ มิติ ๓๙

๓ - ๑๕ การทดสอบการผลิตหัวกระดูกต้นขาด้วยเทคโนโลยีการพิมพ์ ๓ มิติ ๓๙

๓ - ๑๖ การทดสอบการประกอบต้นแบบที่ผลิตด้วยเทคโนโลยีการพิมพ์ ๓ มิติ ๔๐

๓ - ๑๗ ต้นแบบข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้า ๔๐

๔ - ๑ การทดสอบแบบจำลองด้วยแรงกด ๔๒

๔ - ๒ การทดสอบแบบจำลองด้วยแรงบิด ๔๓

๔ - ๓ ผลการทดสอบแบบจำลองด้วยแรงกด ๔๕

๔ - ๔ ผลการทดสอบความล้าของแบบจำลอง ๔๕

๔ - ๕ ผลการทดสอบแรงกดสูงสุดที่สามารถรับได้ ๔๖

๔ - ๗ ผลการทดสอบด้วยแรงบิดโดยการจำลองการกางขา ๔๗

๔ - ๘ ผลการทดสอบด้วยแรงบิดที่หัวกระดูกต้นขา ๔๗

บทที่ ๑
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยได้เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุเป็นที่เรียบร้อยแล้ว โดยสหประชาชาติ (United Nation) ได้มีการรายงานว่าประเทศไทยมีประชากรที่อายุมากกว่า ๖๐ ปีคิดเป็นร้อยละ ๑๖.๕ ของประชากรทั้งหมดของประเทศซึ่งมีจำนวนประมาณ ๖๘.๑๕ ล้านคนในปีพ.ศ. ๒๕๕๙ และมีแนวโน้มที่จะเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ คือ มีสัดส่วนผู้สูงอายุต่อประชากรโดยรวมทั้งประเทศมากกว่าร้อยละ ๒๐ ภายในปีพ.ศ. ๒๕๖๔ ซึ่งภาวะสังคมผู้สูงอายุนี้ไม่ได้ส่งผลกระทบแต่เพียงตัวบุคคลหรือครอบครัวเท่านั้น แต่ยังส่งผลกระทบไปในวงกว้างตั้งแต่ระดับชุมชน ประเทศ และในระดับโลก โดยส่งผลกระทบทั้งในเชิงเศรษฐกิจและในเชิงสังคม ดังนั้นภาครัฐและภาคเอกชนจึงให้ความสนใจ และได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์สถานการณ์เพื่อนำไปสู่การวางแผน กำหนดแนวทางเพื่อลดผลกระทบดังกล่าว รวมถึงการออกแบบนโยบายและยุทธศาสตร์ในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของประชากร เพื่อให้การพัฒนาและขับเคลื่อนประเทศดำเนินไปอย่างยั่งยืน

องค์การอนามัยโลก (World Health Organization) เป็นองค์กรหนึ่งที่มุ่งเน้นในการสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องและกระตุ้นให้ประเทศต่างๆ ทั่วโลกวางแผนรับมือภาวะสังคมผู้สูงอายุ ได้เผยแพร่ข้อมูลโดยสังเขปไว้ว่า ความชราทางชีวภาพมักจะมีความสัมพันธ์กับอายุของคน ความเสื่อมโทรมทางสุขภาพที่ปรากฏมากในผู้สูงอายุนั้นไม่ใช่โรคติดต่อ โดยโรคที่เป็นสาเหตุของการเสียชีวิตได้แก่ โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดสมอง โรคเรื้อรังเกี่ยวกับปอด และโรคที่เป็นสาเหตุที่ทำให้สมรรถภาพร่างกายเสื่อมถอย เช่น อาการปวดหลังปวดคอ โรคซึมเศร้า โรคเบาหวาน โรคสมองเสื่อม และโรคข้อเสื่อม ทั้งนี้ องค์การอนามัยโรคได้แนะนำว่าการดำเนินงานด้านสาธารณสุขให้ครอบคลุมคือการลงทุนที่คุ้มค่าในระยะยาว โดยมุ่งเน้นให้ประชากรสูงอายุกลายเป็นกลุ่มคนที่จะสามารถช่วยเหลือตนเองและสร้างประโยชน์ให้กับสังคมและประเทศต่อไปได้

โรคข้อเสื่อม (Osteoarthritis) เป็นปัญหาที่สำคัญของระบบสาธารณสุขเนื่องจากพบได้มากที่สุดในโรคข้อทั้งหมด เกิดจากที่โครงสร้างของกระดูกอ่อนผิวข้อ (Articular Cartilage) เปลี่ยนแปลงไป บางรายอาจรวมถึงขอบของกระดูกในข้อ กระดูกใต้กระดูกอ่อนผิวข้อ (Subchondral Bone) และน้ำไขข้ออีกด้วย โดยพบว่าร้อยละ ๘๐ ถึง ๙๐ ของผู้สูงอายุมากกว่า ๖๕ ปี จะเป็นโรคข้อเสื่อม ทั้งนี้ โรคข้อสะโพกเสื่อม (Hip Osteoarthritis) เป็นหนึ่งในโรคข้อเสื่อมซึ่งพบได้มาก

เกิดจากกระดูกอ่อนผิวข้อเสื่อมสลายไป ทำให้ผิวข้อสะโพกเสื่อม สึกกร่อน และไม่เรียบ หรือการที่มีหัวของกระดูกต้นขาไม่กลมรับกับเบ้าสะโพกทำให้การเคลื่อนไหวของข้อสะโพกผิดปกติไป จนทำให้เกิดอาการปวดข้อสะโพกตลอดเวลา ข้อสะโพกติด มีเสียงลั่นในข้อ เคลื่อนไหวหรือเดินได้ลำบาก หรือไม่สามารถเหยียดข้อสะโพกได้ การตรวจวินิจฉัยด้วยภาพถ่ายทางรังสีจะพบว่าช่องข้อสะโพกแคบลงและไม่สม่ำเสมอ รวมทั้งอาจพบกระดูกงอกหรือถุงน้ำที่หัวของกระดูกต้นขาหรือเบ้ากระดูกสะโพกได้ ทั้งนี้ โรคข้อสะโพกเสื่อมสามารถรักษาโดยการรับประทานยาแก้ปวด เข้ารับกายภาพบำบัด หรือเข้ารับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียม

สำหรับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียม (Hip Replacement) นั้น มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดหายจากอาการปวด และสามารถเคลื่อนไหวได้เป็นปกติ สามารถแบ่งได้เป็น ๒ ประเภท คือ การผ่าตัดเปลี่ยนหัวกระดูกต้นขาและเบ้าข้อสะโพก (Total Hip Replacement) และการผ่าตัดเปลี่ยนเฉพาะส่วนหัวกระดูกต้นขาโดยไม่มีการเปลี่ยนเบ้าข้อสะโพก (Hemiarthroplasty) และทดแทนด้วยข้อสะโพกเทียมซึ่งทำจากวัสดุที่ทนทาน แข็งแรง สามารถรองรับน้ำหนักตัวและทนต่อการสึกหรอได้เป็นอย่างดี ข้อสะโพกประกอบด้วย ๒ หรือ ๓ ส่วนขึ้นอยู่กับประเภทการผ่าตัด ได้แก่ ส่วนหัวของกระดูกต้นขาเทียมมีลักษณะเป็นทรงกลมคล้ายลูกบอล ส่วนก้านสะโพกเทียมซึ่งจะถูกยึดอยู่ในโพรงกระดูกต้นขา และส่วนเบ้าสะโพกเทียมยึดกับกระดูกเชิงกราน โดยวิธีการยึดข้อสะโพกเทียมกับกระดูกมี ๒ วิธี ได้แก่ วิธีใช้ซีเมนต์ยึดกระดูก และวิธีไม่ใช้ซีเมนต์ยึดกระดูก

ทั้งนี้ การผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียมจะมีค่าใช้จ่ายตั้งแต่ ๑๐๐,๐๐๐ บาทถึง ๓๐๐,๐๐๐ บาทต่อข้อ ขึ้นอยู่กับชนิดของข้อสะโพกและการให้บริการของโรงพยาบาลที่ทำการรักษา ซึ่งผู้สูงอายุส่วนใหญ่ที่เข้ารับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียมจะเป็นการรับการรักษาโดยใช้สิทธิการเบิกค่ารักษาพยาบาลประเภทต่างๆ จากกองทุนสวัสดิการของรัฐ เช่น สิทธิหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ สิทธิประกันสังคม และสิทธิสวัสดิการการรักษาพยาบาลข้าราชการ ซึ่งสามารถเบิกจ่ายได้ตามอัตราและงบประมาณที่แต่ละกองทุนได้กำหนดไว้ตั้งแต่ ๑๐,๐๐๐ บาทถึง ๖๕,๐๐๐ บาทต่อข้อ ซึ่งจากรายงานการเบิกจ่ายของกองทุนต่างๆ จะพบว่าในปีพ.ศ. ๒๕๕๙ มีการเบิกจ่ายสูงถึง ๙,๘๒๗ ข้อ คิดเป็นมูลค่าการนำเข้าข้อสะโพกเทียมสูงถึง ๓๗๐ ล้านบาท โดยมีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นอันเนื่องมาจากอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรผู้สูงอายุ แสดงให้เห็นว่าในแต่ละปีประเทศไทยมีการใช้งบประมาณจำนวนมากในการรักษาโรคข้อเข่าเสื่อมในผู้สูงอายุด้วยวิธีการผ่าตัดข้อเข่าเทียม

ดังนั้น เมื่อพิจารณาถึงแนวทางที่องค์การอนามัยโลกได้ให้ไว้ว่าการพัฒนาคุณภาพชีวิตผู้สูงอายุและทำให้ผู้สูงอายุสามารถพึ่งตนเองได้มากขึ้น จะช่วยลดภาระค่าใช่จ่ายตั้งแต่ระดับบุคคล ครอบครัว ชุมชน และประเทศได้มากขึ้น จึงเป็นที่มาของงานวิจัยฉบับนี้ที่ต้องการที่จะพัฒนาข้อสะโพกเทียมสำหรับผู้สูงอายุ โดยมีเป้าหมายเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ และส่งเสริมให้สามารถผลิตและจัดจำหน่ายข้อสะโพกเทียมขึ้นในประเทศ ทำให้ลดการนำเข้าข้อสะโพกเทียมจากต่างประเทศ

ลดต้นทุนในการรักษา ส่งผลให้ผู้สูงอายุสามารถเข้าถึงการรักษาได้มากขึ้น นำไปสู่การพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืนทั้งในเชิงเศรษฐกิจและสังคมต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

๑. เพื่อศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของกระดูกต้นขาและข้อสะโพก และคุณสมบัติของข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าที่มีอยู่ในปัจจุบัน

๒. เพื่อวิเคราะห์และออกแบบนวัตกรรมข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าสำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทย

๓. เพื่อสร้างต้นแบบและพัฒนานวัตกรรมข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าสำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทย

ขอบเขตของการวิจัย

๑. ขอบเขตด้านเนื้อหา

๑.๑ งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาทบทวน ออกแบบ และผลิตต้นแบบข้อสะโพกเทียมแบบฝังในชนิดไม่มีเบ้าที่ใช้ซีเมนต์ในการยึดเกาะกระดูกเท่านั้น

๑.๒ การวิเคราะห์และออกแบบข้อสะโพกเทียมในงานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อให้เหมาะสมกับผู้สูงอายุที่เป็นโรคข้อสะโพกเสื่อมที่แพทย์วินิจฉัยให้ต้องเข้ารับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าที่ใช้ซีเมนต์ในการยึดเกาะกระดูกเท่านั้น

วิธีดำเนินการวิจัย

ดำเนินการแบบผสมผสานระหว่างการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ในการออกแบบและจำลองคุณสมบัติของข้อสะโพกเทียมด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ ร่วมกับการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ในการวิเคราะห์คุณสมบัติจากแบบจำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

๑. การศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

๑.๑ ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะทางกายวิภาคของกระดูกต้นขาและข้อสะโพก รวมถึงการผ่าตัดข้อเปลี่ยนข้อสะโพกเทียมจากตำราเรียน ผลงานตีพิมพ์ทางวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

๑.๒ ศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและคุณสมบัติของสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าแบบต่างๆ จากทฤษฎี แนวคิด งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และแหล่งอ้างอิงอื่นๆ

๒. การออกแบบและพัฒนาข้อสะโพกเทียม

๒.๑ ออกแบบและจัดทำแบบร่างข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าแบบ ๒ มิติ

๒.๒ ออกแบบข้อสะโพกเทียมด้วยโปรแกรมวาดแบบ ๓ มิติ และทำการจำลองการใช้งานเสมือนจริงด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite Element Method)

๒.๓ ผลิตต้นแบบข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้า

๓. การเก็บรวบรวมผลการทดสอบ

เก็บรวบรวมผลการทดสอบแบบจำลอง ๓ มิติด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ ได้แก่ ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity) ค่าความทนต่อแรงดึงสูงสุดหรือค่าความเค้นสูงสุด (Ultimate Tensile Strength) ค่าความทนต่อแรงดึงที่จุดคราก (Yield Tensile Strength) และขีดจำกัดความล้า (Fatigue Limit)

๔. การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ทำการวิเคราะห์ผลการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของต้นแบบข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าด้วยวิธีการทางสถิติ

๕. การนำเสนอข้อมูล

๕.๑ นำเสนอข้อมูลแบบรายงานวิจัยเชิงพรรณนาเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าเปรียบเทียบกับข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าแบบอื่นๆ

๕.๒ นำเสนอข้อมูลผลการทดสอบแบบจำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์เชิงสถิติและแผนภูมิ

๕.๓ นำเสนอแนวคิดนวัตกรรมในการออกแบบข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าสำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทย

ข้อจำกัดของการวิจัย

การวิจัยนี้ทำการศึกษาเฉพาะข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าที่ใช้ซีเมนต์ในการยึดเกาะกระดูก สำหรับผู้สูงอายุที่เป็นโรคข้อเสื่อมเท่านั้น อาจไม่สามารถนำไปใช้เกี่ยวกับข้อสะโพกเทียมชนิดอื่นหรือใช้สำหรับผู้ป่วยโรคอื่นๆ เช่น โรคหัวกระดูกสะโพกขาดเลือด หรือโรคข้อเสื่อมหลังการบาดเจ็บได้

ต้นแบบข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าในงานวิจัยนี้เป็นการผลิตขึ้นเพื่อนำไปทดสอบในห้องทดลองเท่านั้น การนำข้อมูลหรือผลการวิจัยไปใช้ในเชิงพาณิชย์จะต้องมีการทดสอบต้นแบบทางด้านชีวภาพ การทดสอบในสัตว์ การทดสอบทางคลินิก และการทดสอบอื่นๆ ตามมาตรฐานสากล

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

๑. สร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับลักษณะทางกายวิภาคของกระดูกต้นขาและข้อสะโพก และคุณสมบัติของข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าที่มีอยู่ในปัจจุบัน

๒. ได้รับผลการวิเคราะห์และได้ต้นแบบนวัตกรรมข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าสำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทย

๓. มีการพัฒนาและผลิตนวัตกรรมข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าสำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทย ซึ่งจะส่งผลให้สามารถลดภาระค่าใช้จ่ายในการนำเข้าข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าจากต่างประเทศ และผู้ป่วยสามารถเข้าถึงการรักษาได้มากขึ้น

๔. ได้ทราบผลการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของแบบจำลองนวัตกรรมข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าสำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทย

คำจำกัดความ

ผู้สูงอายุ	หมายถึง	ประชากรทั้งเพศชายและหญิงซึ่งมีอายุมากกว่า ๖๐ ปี
สังคมผู้สูงอายุ	หมายถึง	การมีประชากรอายุตั้งแต่ ๖๐ ปีขึ้นไปมากกว่าร้อยละ ๑๐ ของประชากรทั้งประเทศ หรือการมีประชากรอายุตั้งแต่ ๖๕ ปี เกินร้อยละ ๗ ของประชากรทั้งประเทศ
สังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์	หมายถึง	การมีประชากรอายุตั้งแต่ ๖๐ ปีขึ้นไปมากกว่าร้อยละ ๒๐ ของประชากรทั้งประเทศ หรือการมีประชากรอายุตั้งแต่ ๖๕ ปี เกินร้อยละ ๑๔ ของประชากรทั้งประเทศ
โรคข้อเสื่อม	หมายถึง	การที่โครงสร้างของกระดูกอ่อนผิวข้อเปลี่ยนแปลงไป รวมทั้งอาจมีการเปลี่ยนแปลงของขอบกระดูกในข้อ กระดูกใต้กระดูกอ่อนผิวข้อ และน้ำไขข้อ ทำให้เกิดอาการปวด และการเคลื่อนไหวผิดปกติ

โรคข้อสะโพกเสื่อม

หมายถึง การที่กระดูกอ่อนผิวข้อสะโพกเสื่อมสลายไป หรือการที่หัวของกระดูกต้นขาไม่กลมรับกับเบ้า ทำให้การเคลื่อนไหวของข้อสะโพกผิดปกติ

การผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียม

หมายถึง การผ่าตัดรักษาโรคข้อสะโพกเทียม ด้วยการผ่าตัดเปลี่ยนหัวกระดูกต้นขาและเบ้าข้อสะโพก หรือการผ่าตัดเปลี่ยนหัวกระดูกต้นขาโดยไม่มีการเปลี่ยนเบ้าข้อสะโพก และทดแทนด้วยข้อสะโพกเทียม

ข้อสะโพกเทียม หมายถึง วัสดุที่ทำขึ้นเพื่อทดแทนข้อสะโพก ทำจากวัสดุที่ทนทาน แข็งแรง สามารถรองรับน้ำหนักตัวและทนต่อการสึกหรอได้เป็นอย่างดี

ซีเมนต์ยึดกระดูก หมายถึง สารประกอบโพลิเมอร์ชนิด Polymethyl-Methacrylate (PMMA) ทำหน้าที่ยึดข้อเทียมกับกระดูก

สิทธิหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ

หมายถึง สิทธิคุ้มครองบุคคลที่เป็นคนไทย ที่ไม่ได้รับสิทธิสวัสดิการข้าราชการ หรือสิทธิประกันสังคม หรือสิทธิสวัสดิการรัฐวิสาหกิจ หรือสิทธิอื่นๆ จากรัฐ ให้ได้รับบริการสาธารณสุข ทั้งการสร้างเสริมสุขภาพ การป้องกันโรค การตรวจวินิจฉัย การรักษาพยาบาล และการฟื้นฟูสมรรถภาพที่จำเป็นต่อสุขภาพและการดำรงชีวิต

สิทธิประกันสังคม หมายถึง สิทธิคุ้มครองบริการรักษาพยาบาลให้กับผู้ประกันตนตามสิทธิ ให้สามารถเข้ารับการรักษาพยาบาลได้ที่โรงพยาบาลที่เลือกลงทะเบียนไว้

สิทธิสวัสดิการการรักษาพยาบาลของข้าราชการ

หมายถึง สิทธิการคุ้มครองการบริการรักษาพยาบาลให้แก่ข้าราชการและครอบครัว ให้สามารถเข้ารับบริการรักษาพยาบาลได้ที่โรงพยาบาลในสังกัดของรัฐ

คุณสมบัติเชิงกล หมายถึง คุณสมบัติหรือลักษณะของวัสดุที่สามารถแสดงออกมาเมื่อมีแรงภายนอกมากระทำ

ความเค้น หมายถึง ลักษณะของแรงต้านที่อยู่ภายในวัสดุ มีความพยายามในการต้านทานต่อแรงภายนอกที่มากระทำ

ความเครียด หมายถึง ผลของการกระทำของแรงภายนอกที่มีต่อวัสดุ ทำให้วัสดุเกิดการเปลี่ยนแปลงขนาดและรูปร่างไปในทิศทางของแรงที่มากระทำ

ความล้า หมายถึง แรงภายนอกที่มากระทำต่อวัสดุเป็นจังหวะหรือซ้ำๆ จนกระทั่งวัสดุนั้นเกิดการเปราะหรือแตกหัก

ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite Element Method)

หมายถึง วิธีการวิเคราะห์เชิงตัวเลขที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ทางวิศวกรรม หรืออื่นๆ

ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity)

หมายถึง ค่าบอกระดับความแข็งเกร็งของวัสดุ เกิดจากค่าลิมิตของอัตราการเปลี่ยนแปลงของความเค้นต่อความเครียด

ค่าอัตราส่วนปัวซองต์ (Poisson’s Ratio)

หมายถึง อัตราส่วนการหดสั้นสัมพัทธ์ คือ ความเครียดหรือความเครียดตามขวางต่อความเครียดที่ขยายออกสัมพัทธ์

บทที่ ๒
การทบทวนวรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สังคมผู้สูงอายุในประเทศไทย

ในระดับสากล องค์การสหประชาชาติ ได้ให้นิยามของคำว่า ผู้สูงอายุ ไว้ว่า คือ ประชากรทั้งเพศชายและเพศหญิง ซึ่งมีอายุมากกว่า ๖๐ ปีขึ้นไป ซึ่งสอดคล้องกับมาตรา ๓ แห่ง พระราชบัญญัติผู้สูงอายุ พ.ศ. ๒๕๔๖ ที่ได้บัญญัติไว้ว่า ผู้สูงอายุ หมายความว่า บุคคลซึ่งมีอายุเกินหกสิบปีบริบูรณ์ขึ้นไปและมีสัญชาติไทย โดยกรมกิจการผู้สูงอายุ (ผส.) กระทรวงพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์ (พม.) ได้รายงานสถิติผู้สูงอายุของประเทศไทย ณ วันที่ ๓๑ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ ไว้ว่ามีประชากรสูงอายุจำนวน ๑๑,๑๓๖,๐๕๙ คน จากจำนวนประชากรทั้งหมด ๖๖,๕๕๘,๙๓๕ คน คิดเป็นร้อยละ ๑๖.๗๓ ของประชากรทั้งหมด (กรมกิจการผู้สูงอายุ, ออนไลน์, ๒๕๖๓)

การจำแนกสังคมผู้สูงอายุ สามารถแบ่งได้ ๔ ระดับตามนิยามขององค์การสหประชาชาติ ได้แก่

๑. สังคมกำลังเข้าสู่สังคมสูงอายุ (Aging Society) หมายถึง สังคมที่มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรอายุ ๖๐ ปีขึ้นไป อย่างต่อเนื่อง

๒. สังคมผู้สูงอายุ (Aged Society) หมายถึง สังคมที่มีประชากรอายุ ๖๐ ปีขึ้นไป เกินกว่าร้อยละ ๑๐ ของประชากรทั้งประเทศ หรือเป็นสังคมที่มีประชากรอายุ ๖๕ ปีขึ้นไป เกินกว่าร้อยละ ๗ ของประชากรทั้งหมด

๓. สังคมสูงอายุโดยสมบูรณ์ (Completely Aged Society) หมายถึง สังคมที่มีประชากรอายุ ๖๐ ปีขึ้นไป เกินกว่าร้อยละ ๒๐ ของประชากรทั้งประเทศ หรือเป็นสังคมที่มีประชากรอายุ ๖๕ ปีขึ้นไป เกินกว่าร้อยละ ๑๔ ของประชากรทั้งหมด

๔. สังคมผู้สูงอายุระดับสุดยอด (Super-Aged Society) หมายถึง สังคมที่มีประชากรอายุ ๖๐ ปีขึ้นไป เกินกว่าร้อยละ ๒๘ ของประชากรทั้งประเทศ หรือเป็นสังคมที่มีประชากรอายุ ๖๕ ปีขึ้นไป เกินกว่าร้อยละ ๒๐ ของประชากรทั้งหมด

จากการจำแนกข้างต้น จึงสามารถสรุปได้ว่าประเทศไทยได้เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุเป็นที่เรียบร้อยแล้ว เนื่องจากมีจำนวนประชากรอายุ ๖๐ ปีขึ้นไปมากกว่าร้อยละ ๑๐ นอกจากนี้ยังมีการ

คาดการณ์อีกด้วยว่าประเทศไทยจะเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ในปี พ.ศ. ๒๕๖๔ และคาดว่าประเทศไทยจะมีประชากรสูงอายุประมาณ ๑ ใน ๓ ของประชากรทั้งหมด หรือเข้าสู่สังคมสูงอายุระดับสุดยอดในอีก ๒๐ ปีข้างหน้า (สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน, ๒๕๖๑, ๕-๖)

โรคข้อสะโพกเสื่อม

โรคข้อเสื่อม (Osteoarthritis) เป็นโรคซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของกระดูกอ่อนผิวข้อ ขอบของกระดูกในข้อ กระดูกใต้กระดูกอ่อนผิวข้อ และน้ำไขข้อ มักพบได้ในตำแหน่งของข้อที่ต้องรับน้ำหนัก เช่น ข้อเข่า ข้อสะโพก และกระดูกสันหลัง เป็นต้น ทำให้มีอาการปวดและเคลื่อนไหวลำบาก รวมทั้งอาจทำให้เกิดอาการบวมที่ข้อได้ และอาจทำให้ไม่สามารถใช้ชีวิตประจำวันได้ปกติ

เมื่อจำแนกโรคข้อเสื่อมตามตำแหน่งของข้อ จะพบว่าอุบัติการณ์ของโรคข้อเข่าเสื่อมมีมากกว่าโรคข้อสะโพกเสื่อมถึง ๒ เท่า และสัดส่วนโรคข้อเสื่อมในผู้หญิงต่อผู้ชายคิดเป็น ๒ ต่อ ๑ (Arden, Nigel, et al. ๒๐๑๘ : ๑๘-๒๖)

สมาคมวิจัยโรคข้อเสื่อมนานาชาติ หรือ Osteoarthritis Research Society International (OARSI) ได้แบ่งระดับของข้อเสื่อมตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพข้อไว้เป็น ๔ ระดับ ได้แก่

๐ – ปกติ (Normal)

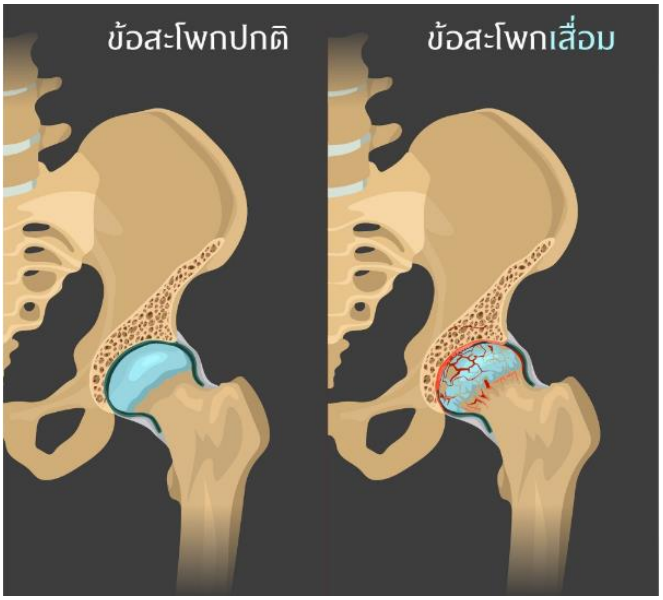
๑ – มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย (Mile Change)

๒ – มีการเปลี่ยนแปลงปานกลาง (Moderate Change)

๓ – มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรง (Severe Change)

ข้อสะโพกซึ่งเป็นข้อต่อระหว่างกระดูกเชิงกรานและกระดูกต้นขา ทำหน้าที่งอเหยียดในเวลานั่ง ยืน หรือเดิน และรับน้ำหนักในขณะเคลื่อนไหวร่างกาย เมื่อมีการใช้งานข้อสะโพกเป็นเวลานาน หรือเกิดความเปลี่ยนแปลงจากสาเหตุอื่นๆ จะทำให้กระดูกอ่อนผิวข้อเกิดการสึกหรอ หรือเกิดการทรุดตัวของหัวกระดูกสะโพกตามมา ผู้ป่วยโรคข้อสะโพกเสื่อมจะมีข้อจำกัดในการเคลื่อนไหวสะโพก อาจไม่สามารถนั่งพับเพียบได้ อาจมีอาการปวดขาหนีบ และปวดบริเวณสะโพกขาหนีบขณะยืนหรือเดิน บางรายอาจมีอาการปวดร้าวลงไปถึงหน้าหัวเข่าได้ การตรวจภาพถ่ายทางรังสีจะพบว่าช่องสะโพกแคบลง ไม่สม่ำเสมอจากการเสื่อมของกระดูกอ่อนผิวข้อ กระดูกใต้กระดูกอ่อนหนาตัวขึ้น เห็นเป็นรอยขาว อาจพบกระดูกงอกหรือถุงน้ำที่หัวกระดูกต้นขาหรือเบ้ากระดูกเชิงกรานได้

แผนภาพที่ ๒ - ๑ ข้อสะโพกปกติและข้อสะโพกเสื่อม



ที่มา : ข้อสะโพกเสื่อมเปลี่ยนได้ด้วยข้อสะโพกเทียม (Hip Osteoarthritis), ออนไลน์, ๒๕๖๓

ปัจจัยเสี่ยงและสาเหตุซึ่งทำให้เกิดโรคข้อเสื่อมสามารถจำแนกได้เป็น ๓ กลุ่มหลัก ได้แก่

๑. สาเหตุทางระบบ ได้แก่
   - ๑.๑ อายุ เมื่ออายุมากขึ้นจะมีความเสี่ยงในการเกิดโรคข้อเสื่อมเพิ่มสูงขึ้นด้วย
   - ๑.๒ เพศ เพศหญิงจะมีความเสี่ยงในการเกิดโรคข้อเสื่อมมากกว่าเพศชาย
   - ๑.๓ ชาติพันธุ์
   - ๑.๔ ฮอร์โมนและสภาวะหมดประจำเดือน
   - ๑.๕ พันธุกรรม
   - ๑.๖ ความหนาแน่นของกระดูก
   - ๑.๗ สภาวะทางโภชนาการ
   - ๑.๘ การอักเสบ

๒. สาเหตุซึ่งเกิดเฉพาะที่ข้อ ได้แก่
   - ๒.๑ อาการบาดเจ็บ
   - ๒.๒ กล้ามเนื้ออ่อนแรง
   - ๒.๓ ความผิดปกติของข้อ
   - ๒.๔ เส้นเอ็นเสื่อม

๓. สาเหตุภายนอกซึ่งส่งผลกระทบกับข้อ ได้แก่
   - ๓.๑ โรคอ้วน

๓.๒ การบาดเจ็บจากการทำกิจกรรม เช่น การเล่นกีฬาหรือออกกำลังกาย และการทำงาน เป็นต้น

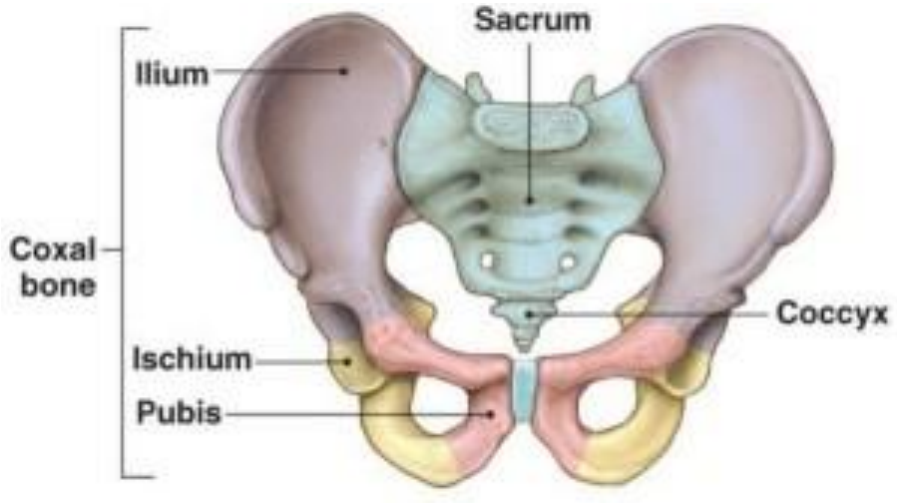
ลักษณะทางกายวิภาคของข้อสะโพก

ข้อสะโพกประกอบด้วยการเชื่อมกันระหว่างกระดูกต้นขา (Femur) และกระดูกเชิงกราน ข้อสะโพกปกติมีลักษณะคล้ายลูกบอลที่อยู่ในเบ้าครึ่งทรงกลม (Ball and Socket) ที่ใหญ่ที่สุดในร่างกาย

ส่วนของหัวลูกบอล คือ หัวกระดูกต้นขา (Femoral Head) มีลักษณะกลมมน ช่วยในการเคลื่อนไหวของข้อสะโพก โดยส่วนหัวของกระดูกต้นขาจะต่อกับลำกระดูกต้นขา (Femoral Shaft) ด้วยแกนกระดูก หรือที่เรียกว่า คอกระดูกต้นขา (Femoral Neck) โดยคอกระดูกจะทำมุมกับลำกระดูกต้นขาประมาณ ๑๒๕ ถึง ๑๓๕ องศา และเอียงเป็นมุมไปด้านหน้าประมาณ ๑๐ ถึง ๑๕ องศา

ส่วนเบ้าครึ่งทรงกลม คือ เบ้าสะโพกหรือเบ้ากระดูกเชิงกราน (Acetabulum) ประกอบด้วยกระดูก ๓ ชิ้น ได้แก่ กระดูกปีกสะโพก (Ilium) เป็นแผ่นกระดูกแผ่กว้างอยู่ใต้เอวลงมา กระดูกก้น (Ischium) และกระดูกหัวหน่าว (Pubis)

แผนภาพที่ ๒ - ๒ กระดูกเชิงกราน

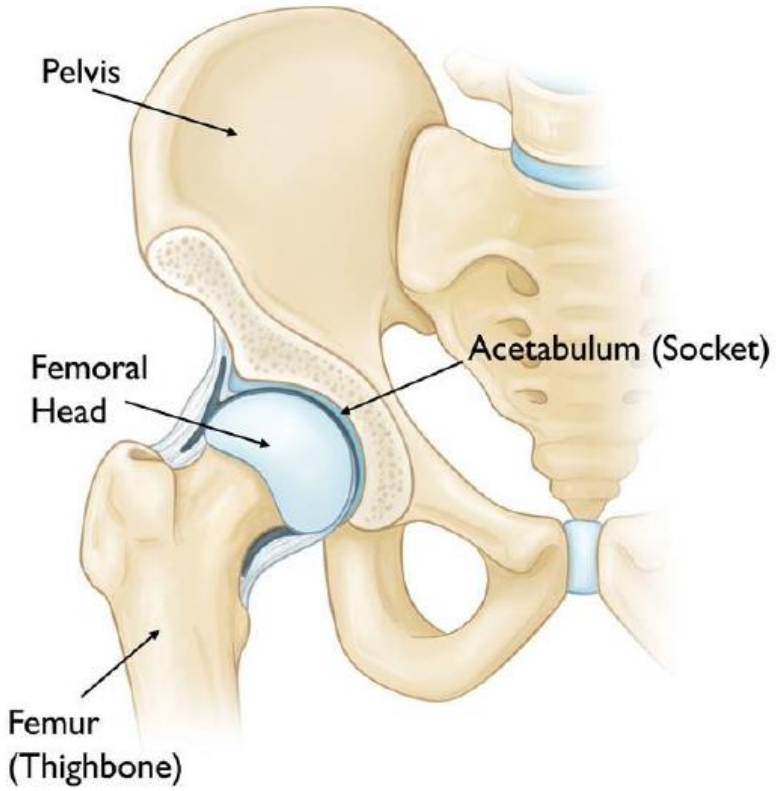


ที่มา : Ilium Bone, Online, ๒๐๑๔.

พื้นผิวของกระดูกทั้งส่วนหัวลูกบอลและส่วนเบ้า จะถูกปกคลุมด้วยกระดูกอ่อน โดยกระดูกอ่อนที่ปกคลุมหัวกระดูกต้นขาที่ส่วนยอดจะมีความหนาและค่อยๆ บางลงมาจนถึงขอบ

โดยปกติข้อสะโพกในลักษณะพัก จะอยู่ในท่างอ (Flexion) ๑๐ องศา กางออก (Abduction) ๑๐ องศา และหมุนออก (External Rotation) ๑๐ องศา ถ้าข้อสะโพกงอ เอ็นทางด้านหน้าจะหย่อน เมื่อเหยียดข้อสะโพก เอ็นทางด้านหน้าจะตึง

แผนภาพที่ ๒ - ๓ ลักษณะทางกายภาพของข้อสะโพก



ที่มา : Kamel, Hisham, ๒๐๑๘ : ๓๓

การรักษาโรคข้อสะโพกเสื่อมมักเริ่มจากวิธีการใช้ยา เช่น การใช้ยาลดอาการปวด และยาลดการอักเสบ ร่วมกับการทำกายภาพบำบัดเพื่อรักษาพิสัยการเคลื่อนไหวของข้อสะโพก อีกทั้งเป็นการฟื้นฟูกำลังของกล้ามเนื้อรอบข้อสะโพก เพื่อช่วยชะลอการเสื่อมได้

ในกรณีที่การรักษาด้วยยาไม่ได้ จึงจำเป็นจะต้องรักษาด้วยวิธีการผ่าตัด ซึ่งมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน ขึ้นอยู่กับอายุของผู้ป่วย ลักษณะการใช้งานข้อสะโพก และความรุนแรงของโรคข้อสะโพกเสื่อม เช่น การผ่าตัดจัดกระดูกแนวรอบข้อสะโพก (Corrective Osteotomy) การผ่าตัดเพื่อเชื่อมข้อ (Arthrodesis) และการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียม เป็นต้น (เสาวภา อินผา, ๒๕๕๗ : ๓ - ๒๐)

กลศาสตร์ประยุกต์ของข้อสะโพก

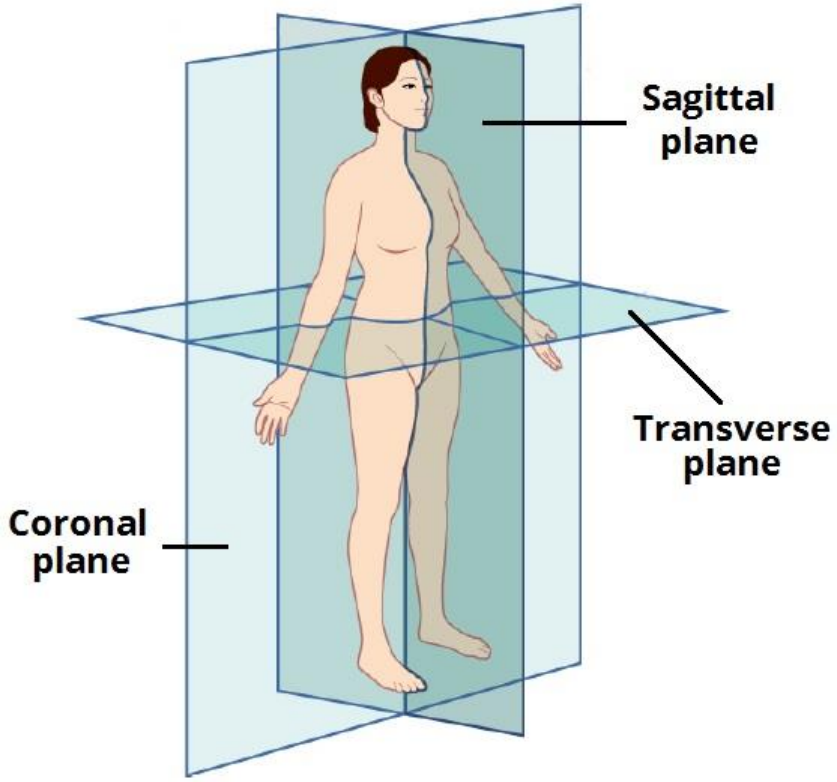
การศึกษาลักษณะทางกลศาสตร์ของข้อสะโพกเป็นการศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อ โดยวิเคราะห์จากรูปร่างของข้อสะโพกเป็นหลัก โดยข้อสะโพกมีลักษณะเป็น คล้ายลูกบอลที่อยู่ในเบ้าครึ่งทรงกลม (Ball and Socket) ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ ลักษณะทางกายภาพของข้อสะโพก ซึ่งการเคลื่อนไหวของข้อสะโพกสามารถแบ่งได้ ๓ แนว ได้แก่

๑. การเคลื่อนไหวในแนว Sagittal คือ การเคลื่อนไหวในลักษณะงอ (Flexion) ซึ่งข้อสะโพกสามารถงอได้สูงสุด ๑๔๐๐ องศา และเหยียด (Extension) ได้ในช่วง ๐ ถึง ๑๕ องศา

๒. การเคลื่อนไหวในแนว Transverse ประกอบด้วยการเคลื่อนไหวในลักษณะหมุนเข้า (Internal Rotation) ได้ในช่วง ๐ ถึง ๗๐ องศา และหมุนออก (External Rotation) ได้ในช่วง ๐ ถึง ๙๐ องศา

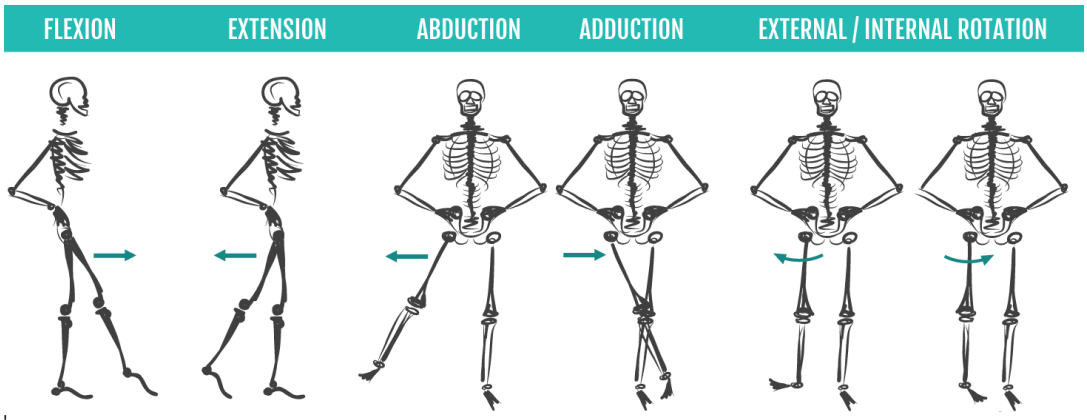
๓. การเคลื่อนไหวในแนว Frontal ประกอบด้วยการเคลื่อนไหวในลักษณะกางขา (Abduction) ได้ในช่วง ๐ ถึง ๓๐ องศา และหุบขา (Adduction) ได้ในช่วง ๐ ถึง ๒๕ องศา

แผนภาพที่ ๒ - ๔ แนวแกนตามลักษณะทางกายวิภาค



ที่มา : TeachMeAnatomy, ออนไลน์, ๒๐๑๘

แผนภาพที่ ๒ - ๕ ลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อสะโพก



ที่มา : TK Health. ออนไลน์. ๒๐๑๘

ทั้งนี้ การเคลื่อนไหวของข้อสะโพกในรูปแบบต่างๆ จะทำให้มีแรงมากระทำของข้อสะโพกที่แตกต่างกันออกไป เช่น

๑. ในขณะยืน ๒ ขา แรงของน้ำหนักตัวจะกระทำลงบนข้อสะโพกทั้ง ๒ ข้าง ในแนว Frontal และ Sagittal โดยแรงที่กระทำต่อข้อสะโพกในแต่ละข้าง จะมีค่าเท่ากับ ๕๐ เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวส่วนที่เหนือกว่าข้อสะโพก ซึ่งโดยปกติแล้ว น้ำหนักส่วนที่เหนือกว่าข้อสะโพกจะคิดเป็น ๒ ใน ๓ ของน้ำหนังตัว ดังนั้นจะพบว่าแรงที่กระทำบนข้อสะโพกแต่ละข้างในขณะที่ยืน ๒ ขา จะคิดเป็น ๑ ใน ๓ ของน้ำหนักตัว

๒. ในขณะยืนขาเดียว พบว่าจะมีแรงที่เกิดจากการดึงรัดของกล้ามเนื้อเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ทำให้มีแรงกระทำต่อข้อสะโพกมากขึ้นกว่าแรงจากน้ำหนักตัว จากการศึกษาวิจัยโดย Frankel และคณะ (๑๙๗๐ : ๑๓๕ – ๑๕๑) พบว่าในขณะที่ยืนขาเดียวจะมีแรงมากระทำที่ข้อสะโพกคิดเป็น ๒.๗๕ เท่าของน้ำหนักตัว

ผู้ป่วยที่มีภาวะข้อสะโพกเสื่อม จะพยายามลดแรงที่เกิดขึ้นในข้อสะโพก โดยการเอียงตัวลงน้ำหนักไปทางข้อสะโพกข้างที่ไม่มีปัญหา ซึ่งจะสามารถลดการทำงานของกล้ามเนื้อและแรงกระทำที่ส่งผลต่อข้อสะโพกได้บ้าง นอกจากนี้การใช้ไม้เท้าช่วยพยุงก็สามารถลดแรงที่มากระทำต่อข้อสะโพกได้ โดยการใช้ไม้เท้าในด้านตรงข้ามกับข้อสะโพกที่มีภาวะเสื่อม จะสามารถลดแรงที่เกิดขึ้นได้ข้อสะโพกได้ถึงร้อยละ ๓๕ (Brand, ๑๙๘๐ : ๑๘๑ – ๑๘๔) ทั้งนี้มีการศึกษาวิจัยพบว่า การใช้ไม้เท้าช่วยเดินในด้านตรงกันข้ามกับข้อสะโพกที่มีภาวะเสื่อม โดยให้น้ำหนักร้อยละ ๑๕ ของน้ำหนักตัวพยุงบนไม้เท้า จะทำให้แรงที่กระทำต่อสะโพกลดลงถึงร้อยละ ๕๐ (Cochran, ๑๙๘๑ : ๒๔๐ – ๒๕๐)

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาวิจัยของ Bergmann และคณะ (๑๙๙๓ : ๙๖๙ – ๙๐๐) และ Bergmann และคณะ (๑๙๙๕ : ๕๓๕ – ๕๕๓) ที่ได้ทำการศึกษาแรงกดที่เกิดบนหัวของกระดูกสะโพกเทียมในผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียม พบว่าในขณะเดินจะมีแรงกดที่กระทำ

กับหัวของกระดูกสะโพกเทียมคิดเป็น ๒.๗ ถึง ๔.๓ เท่าของน้ำหนักตัว เมื่อเดินขึ้นบันไดจะมีแรงกดที่กระทำกับหัวของกระดูกสะโพกเทียมคิดเป็น ๓.๔ ถึง ๕.๕ เท่าของน้ำหนักตัว และเมื่อเดินลงบันไดจะมีแรงกดที่กระทำกับหัวของกระดูกสะโพกเทียมคิดเป็น ๓.๙ ถึง ๕.๑ เท่าของน้ำหนักตัว

การผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียม

การผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียมมีจุดมุ่งหมายเพื่อลดอาการปวดและทำให้ผู้ป่วยโรคข้อสะโพกเสื่อมสามารถกลับมาเคลื่อนไหวและใช้ชีวิตประจำวันได้ ดังนั้นการพิจารณาว่าผู้ป่วยจำเป็นจะต้องได้รับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียมจะพิจารณาจากอาการปวดและความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวัน หรือในกรณีที่ผู้ป่วยไม่สามารถรักษาได้ด้วยวิธีการใช้ยาหรือการผ่าตัดด้วยวิธีอื่น

ข้อบ่งชี้ในการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียม ได้แก่

๑. ผู้ป่วยโรคข้อสะโพกเสื่อม ที่มีอาการปวดมาก ไม่สามารถเคลื่อนไหวหรือใช้ชีวิตประจำวันได้ปกติ และรักษาด้วยวิธีการใช้ยาแล้วไม่ได้ผล

๒. ผู้สูงอายุที่คอกระดูกสะโพกหักเคลื่อน หรือหัวของกระดูกต้นขาหลุดออกจากเบ้า

ข้อห้ามในการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียม ได้แก่

๑. สุขภาพโดยรวมไม่อยู่ในสภาวะปกติ เช่น มีโรคประจำตัวอื่นๆ ร่วมด้วย พิจารณาแล้วว่าไม่เหมาะสมในการเข้ารับการผ่าตัด

๒. ผู้ป่วยอยู่ในภาวะติดเชื้อ

๓. มีข้อการข้อสะโพกติด แต่ยังเคลื่อนไหวได้ดี

๔. ผู้ป่วยมีโรคที่ทำให้กล้ามเนื้อรอบสะโพกอ่อนแรง ไม่สามารถพยุงข้อสะโพกได้ถ้าเข้ารับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียมมีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะข้อสะโพกเทียมหลุด

ผู้ที่ไม่สามารถรักษาด้วยการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียมได้ ได้แก่

๑. ผู้ป่วยที่มีภาวะข้ออักเสบติดเชื้อ

๒. ผู้สูงอายุที่มีโรคทางอายุรกรรม หรือโรคระบบอื่นร่วมด้วย

๓. ผู้ที่ไม่สามารถดมยาสลบ หรือให้ยาระงับความรู้สึกโดยการฉีดยาชาทางช่องไขสันหลังได้

การผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียมสามารถแบ่งได้หลายชนิด ตามส่วนของข้อสะโพกที่ทำการเปลี่ยนด้วยวัสดุข้อเทียม ได้แก่

๑. การผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียมเฉพาะส่วนหัวกระดูกต้นขา โดยไม่ได้ทำการเปลี่ยนเบ้า (Hemiarthroplasty) เป็นการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียมที่เหมาะสำหรับผู้ป่วยที่ยังมีเบ้าข้อสะโพกอยู่ในสภาพดี การผ่าตัดชนิดนี้มีข้อดี คือ ใช้เวลาในการผ่าตัดน้อย เสียเลือดน้อย และมีความ

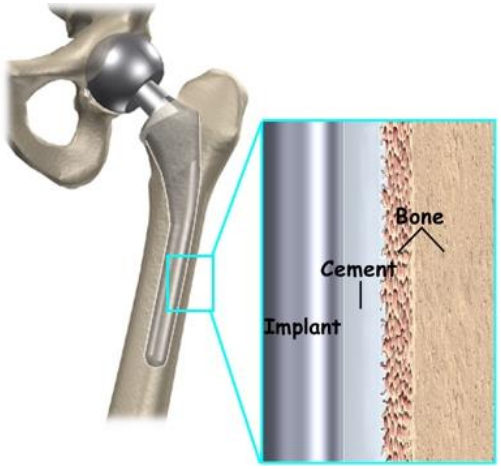
มั่นคงของข้อสูง ทำให้ลดโอกาสเกิดข้อสะโพกเทียมหลุดภายหลังการผ่าตัด แต่มีข้อเสีย คือ เมื่อมีการใช้งานข้อสะโพกไประยะเวลาหนึ่งแล้ว เบ้าข้อสะโพกที่เสียดสีกับหัวของข้อเทียมอาจทำให้เบ้าข้อสะโพกสึกตามมาในอนาคต ดังนั้น การผ่าตัดชนิดนี้จึงเหมาะกับผู้สูงอายุที่มีการใช้งานข้อสะโพกในการรับน้ำหนักไม่มากนัก

๒. การผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียมทั้งส่วนหัวของกระดูกต้นขาและเบ้าข้อสะโพก (Total Hip Arthroplasty) เป็นการผ่าตัดเปลี่ยนหัวกระดูกต้นขาและผิวของเบ้าข้อสะโพก ข้อดีของการผ่าตัดชนิดนี้ คือ สามารถแก้ไขพยาธิสภาพของข้อได้ทั้ง ๒ ส่วน ส่วนข้อเสีย คือ ใช้เวลาในการผ่าตัดนานกว่า คนไข้อาจเสียเลือดมากกว่า เมื่อเทียบกับการผ่าตัดเปลี่ยนสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าเหมาะสำหรับผู้ป่วยที่มีความต้องการใช้งานและเคลื่อนไหวข้อสะโพกมากกว่า (เสาวภา อินผา, ๒๕๕๗ : ๓ - ๒๐)

นอกจากนี้ การแบ่งชนิดการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียม ยังสามารถจำแนกได้ตามวิธีการยึดข้อสะโพกเทียมกับกระดูก ได้แก่

๑. การผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียมแบบใช้ซีเมนต์ยึดกระดูก ทำหน้าที่ยึดข้อเทียมกับกระดูก ทำให้ข้อเทียมมีความแข็งแรงทันทีที่ผ่าตัดเสร็จ มักใช้ในผู้ป่วยสูงอายุ หรือผู้ป่วยที่มีปัญหาเกี่ยวกับความแข็งแรงของกระดูก

แผนภาพที่ ๒ – ๖ ข้อสะโพกเทียมแบบใช้ซีเมนต์ยึดกระดูก



ที่มา : eOrthopod, ออนไลน์, ๒๐๑๘

๒. การผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียมแบบไม่ใช้ซีเมนต์ยึดกระดูก โดยข้อเทียมที่ใช้จะมีลักษณะเป็นรูพรุน ทำให้ร่างกายสามารถสร้างกระดูกงอกไปยึดกับข้อเทียมได้ แต่อาจจะต้องใช้ระยะเวลาประมาณ ๖ ถึง ๘ สัปดาห์จึงจะแข็งแรง

สำหรับวิธีการผ่าตัดนั้น ศัลยแพทย์กระดูกและข้อจะทำการตัดหัวและคอของกระดูกต้นขาออก จากนั้นทำการเตรียมโพรงกระดูกต้นขาสำหรับใส่ก้านสะโพกเทียม ทำการเตรียมอุปกรณ์สำหรับทดลองใส่ก้านสะโพกเทียม เพื่อให้ได้ขนาดที่เหมาะสม ทดสอบการเคลื่อนไหว ก่อนใส่ก้านสะโพกเทียม เชื่อมต่อส่วนหัวของสะโพกเทียมเข้ากับส่วนก้านสะโพกเทียม อาจใช้ซีเมนต์ยึดเกาะกระดูกหรือไม่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของข้อสะโพกเทียมที่ใช้ หลังจากนั้นทำการล้าง และเย็บปิดแผล โดยจะใช้เวลาในการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียมทั้งหมด ๒ - ๔ ชั่วโมง

แผนภาพที่ ๒ – ๗ อุปกรณ์สำหรับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียม

ที่มา : Today’s OR, ออนไลน์, ๒๐๑๗

ภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้นภายหลังการผ่าตัดเปลี่ยนขอสะโพกเทียม ได้แก่

๑. การติดเชื้อ

๒. การหลวมของข้อสะโพกเทียม

๓. การสึกหรอของข้อสะโพกเทียม

๔. การเคลื่อนหลุดของข้อสะโพกเทียม

๕. การหักของกระดูกบริเวณข้อสะโพกเทียม ข้อสะโพกชำรุด หรือแตกหัก

๖. การเกิดลิ่มในหลอดเลือดดำ

๗. อัมพาตของเส้นประสาทที่มาเลี้ยงขอ

ดังนั้น การเลือกวิธีการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียมนั้น มีปัจจัยที่ต้องนำมาพิจารณาอยู่ด้วยกันหลายปัจจัย เช่น อายุของผู้ป่วย คุณภาพและความหนาแน่นของกระดูก ลักษณะโครงสร้างของข้อเดิม โรคประจำตัว และลักษณะการใช้งานข้อสะโพกในชีวิตประจำวัน เป็นต้น ถึงแม้ว่าความแข็งแรงของข้อสะโพกเทียมอาจจะไม่เท่ากับความแข็งแรงของกระดูก แต่ผู้ป่วยจะสามารถใช้งานข้อสะโพกเทียมได้นานกว่า ๑๐ ปี ถ้าหากมีการดูแลตนเองอย่างดีและไม่มีภาวะแทรกซ้อนใดๆ ทั้งระหว่างผ่าตัดและหลังผ่าตัด (กีรติ เจริญชลวานิช, ๒๕๕๑ : ๑๙๗ – ๒๐๕)

ชนิดข้อสะโพกเทียมที่มีในปัจจุบัน

ข้อสะโพกเทียมสามารถแบ่งตามที่วิธีการผ่าตัดที่กล่าวไว้ข้างต้นได้ ๒ ชนิด ได้แก่

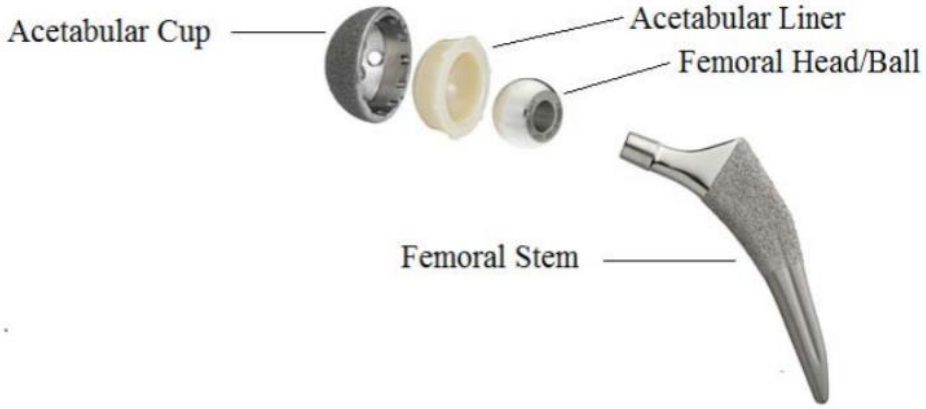
๑. ข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้า (Hip Hemiarthroplasty) ประกอบด้วยส่วนหัวของกระดูกต้นขาเทียม (Femoral Head Prosthesis) ที่มีขนาดใหญ่เท่ากับหัวกระดูกต้นขาเดิมของผู้ป่วย และก้านกระดูกต้นขา (Femoral Stem) ที่ใช้ยึดกับโพรงกระดูกต้นขาส่วนต้น

๒. ข้อสะโพกเทียมชนิดมีเบ้า (Total Hip Arthroplasty) ประกอบด้วยส่วนหัวของกระดูกต้นขาเทียมและก้านกระดูกต้นขาเช่นเดียวกับข้อสะโพกเทียมขนิดไม่มีเบ้า เบ้าสะโพกเทียมทดแทนผิวเบ้าข้อสะโพกที่สึกหรอ และวัสดุรองเบ้า

แผนภาพที่ ๒ - ๘ ข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้า (ซ้าย) และข้อสะโพกเทียมชนิดมีเบ้า (ขวา)

ที่มา : Total Hip Replacement, Online, ๒๐๑๗.

แผนภาพที่ ๒ - ๙ ส่วนประกอบของข้อสะโพกเทียมชนิดมีเบ้า



ที่มา : Derar and Shahinpoor, ๒๐๑๕ : ๙๒ – ๑๐๒

วัสดุและลักษณะของข้อสะโพกเทียมที่มีในปัจจุบัน

ข้อสะโพกเทียมทำจากวัสดุที่ทนทาน แข็งแรง สามารถรองรับน้ำหนักตัว และทนต่อการสึกหรอได้เป็นอย่างดี โดยข้อสะโพกเทียมส่วนต่างๆ อาจมีการใช้วัสดุหรืออาจมีการออกแบบรูปร่างให้แตกต่างกัน

ข้อสะโพกเทียมมีต้นกำเนิดในช่วงทศวรรษที่ ๖๐ โดย Sir John Charnley ผู้พัฒนาข้อสะโพกเทียมชนิดมีเบ้าที่มีแรงเสียดทานต่ำ (Low Friction Arthroplasty) ประกอบด้วยก้านกระดูกต้นขาที่ทำจากสแตนเลส (Stainless Steel) หัวกระดูกต้นขาเทียมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒๒.๒ มิลลิเมตร และเบ้าข้อสะโพกที่ทำจาก Polytetrafluoroethylene (PTFE) แต่ต่อมาพบว่า PTFE ดังกล่าวไม่เหมาะในการใช้เป็นเบ้าข้อสะโพกเทียม เนื่องจากสามารถสึกกร่อนได้ง่ายและทำให้เกิดอาการอักเสบตามมา จึงมีการพัฒนาด้วยวัสดุพอลิเมอร์ชนิดอื่น เช่น Polyethylene ที่มีความหนาแน่นสูง (High-Density Polyethylene, HDPE) และ Polyethylene ที่มีความหนาแน่นของโมเลกุลสูง (Ultra-High Molecular Weight Polyethylene, UHMWPE)

แผนภาพที่ ๒ - ๑๐ ภาพจำลองข้อสะโพกเทียมชนิดมีเบ้าของ Sir John Charnley

ที่มา : Massimiliano Merola and Saverio Affatato (๒๐๑๙)

ในปัจจุบันมีการใช้วัสดุที่หลากหลาย ขึ้นอยู่กับการออกแบบจากผู้ผลิต โดยศัลยแพทย์สามารถเลือกวัสดุได้ตามความเหมาะสม

หัวกระดูกต้นขาเทียม ก้านกระดูกต้นขา และเบ้าข้อสะโพกเทียม มักทำจากวัสดุที่เป็นโลหะผสม ได้แก่

๑. สแตนเลส (Stainless Steel) เป็นวัสดุที่ใช้ในการผลิตข้อสะโพกเทียมในยุคเริ่มต้น แต่ปัจจุบันมีการใช้น้อยลง เนื่องจากมีความเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อที่ไม่ค่อยดี เมื่อเทียบกับโลหะผสมประเภทอื่น

๒. ไทเทเนียมอัลลอยด์ (Titanium Alloys)

๓. โคบอลต์-โครเมียม (Cobalt-Chromium Alloys) ซึ่งเป็นโลหะผสมที่มีความแข็งแรง และยืดหยุ่นได้ดีกว่าไทเทเนียมอัลลอยด์ จึงเป็นที่นิยมในการใช้เป็นวัสดุข้อสะโพกเทียม

ทั้งนี้ในบางกรณีหัวกระดูกต้นขาเทียมสำหรับข้อสะโพกเทียมชนิดมีเบ้า อาจทำมาจากเซรามิก เช่น อลูมินา (Alumina) เซอร์โคเนีย (Zirconia) เซรามิกผสมระหว่างอลูมินาและเซอร์โคเนีย และ ซิลิกอนไนไตรต์ (Silicon Nitride)

สำหรับวัสดุรองเบ้าในข้อสะโพกเทียมชนิดมีเบ้า มักทำมาจากพอลิเมอร์ชนิดต่างๆ เช่น Polyethylene ที่มีความหนาแน่นสูง (High-Density Polyethylene, HDPE) Polyethylene ที่มีความหนาแน่นของโมเลกุลสูง (Ultra-High Molecular Weight Polyethylene, UHMWPE) High-crosslinked UHMWPE (XLPE) และ Polyethylene ที่การผสมสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant Doped Polyethylene) หรือในบางกรณีอาจทำมาจากเซรามิกเช่นเดียวกันกับส่วนหัวของกระดูกต้นขาเทียม

ทั้งนี้ในการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียมชนิดไม่ใช้ซีเมนต์ยึดกระดูก จะนำก้านกระดูกต้นขาเทียมและเบ้าข้อสะโพกเทียมผ่านกระบวนการผลิต ในการทำให้พื้นผิวของวัสดุมีรูพรุน เพื่อให้กระดูกสามารถงอกมายึดเกาะกับวัสดุเทียมได้ โดยกระบวนการผลิตดังกล่าวอาจทำได้โดยการเคลือบด้วยสารไฮดรอกซีแอปาไทต์ (Hydroxyapatite)

การออกแบบก้านกระดูกต้นขาชนิดไม่ใช้ซีเมนต์ยึดเกาะกระดูกที่มีอยู่ในตลาดปัจจุบัน สามารถแบ่งตามลักษณะของก้านได้เป็น ๔ ประเภท ได้แก่

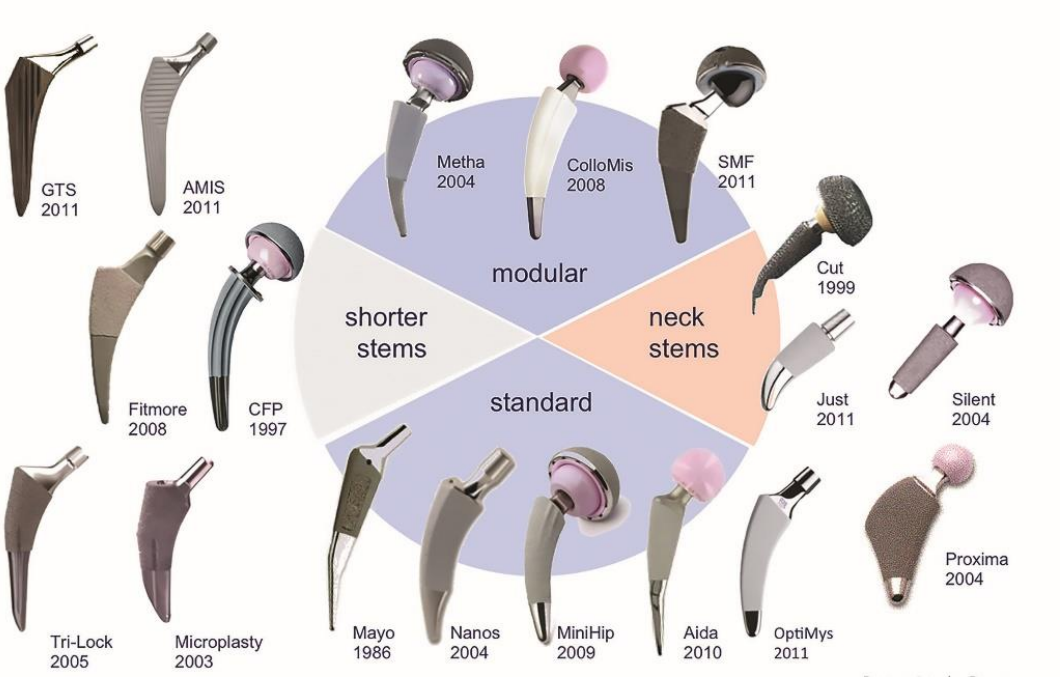
๑. แบบมาตรฐาน (Standard) มีความยาวตั้งแต่ ๙๕ ถึง ๑๕๐ มิลลิเมตร

๒. แบบก้านสั้น (Shorter Stems)

๓. แบบ Modular (Modular Stems)

๔. แบบก้านเฉพาะส่วนคอของกระดูกต้นขา (Neck Stems)

แผนภาพที่ ๒ - ๑๑ ก้านกระดูกต้นขาแบบต่างๆ



ที่มา : Sabine Mai, ออนไลน์, ๒๐๑๕

นอกจากนี้ ยังสามารถแบ่งประเภทของก้านกระดูกต้นขาตามลักษณะของรูปร่างหน้าตัดของก้านได้เป็น ๔ ประเภท ได้แก่

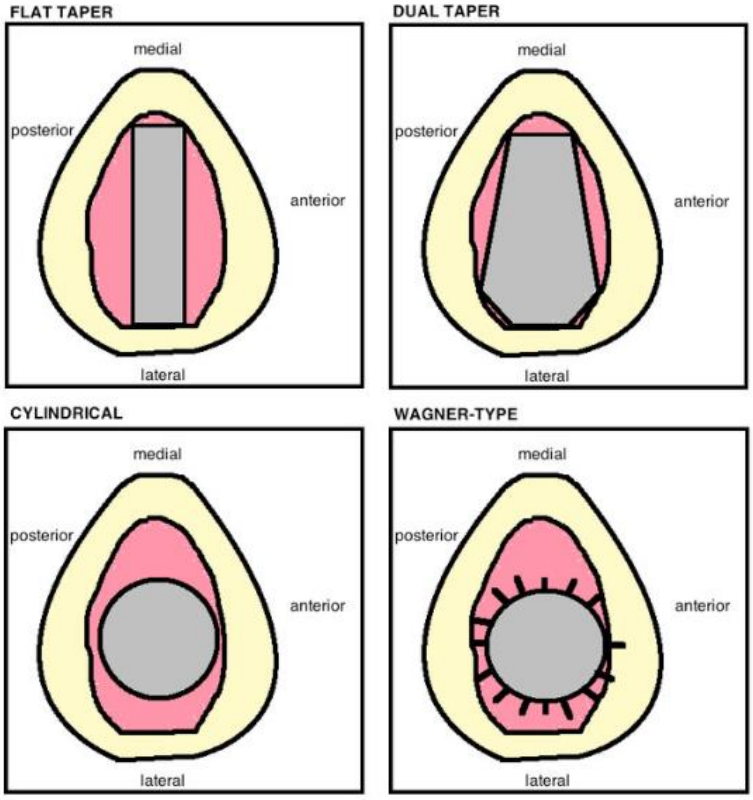
๑. แบบสี่เหลี่ยม (Flat Taper)

๒. แบบสี่เหลี่ยมคางหมู (Dual-Wedge)

๓. แบบวงกลมหรือทรงกระบอก (Cylindrical)

๔. แบบ Wagner-type คือ ก้านที่มีรูปทรงกระบอกที่เส้นผ่าศูนย์กลางค่อยๆ ลดลงจากด้านที่เชื่อมกับส่วนหัวถึงด้านปลาย

แผนภาพที่ ๒ - ๑๒ รูปร่างหน้าตัดของกระดูกต้นขาเทียมแบบต่างๆ



ที่มา : Bert Parcells, ออนไลน์, ๒๐๑๘

ข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าที่นิยมใช้ในประเทศไทย

เนื่องจากประเทศไทยไม่สามารถผลิตข้อสะโพกเทียมขึ้นได้ภายในประเทศ จึงจำเป็นต้องนำเข้าข้อสะโพกเทียมจากต่างประเทศ ซึ่งสามารถจำแนกข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าจากชนิดของก้านสะโพกเทียมที่นิยมใช้ในประเทศไทยได้ ดังนี้

๑. ก้านสะโพกเทียมรุ่น Exeter จัดจำหน่ายโดยบริษัท สไตรเกอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ผลิตจากวัสดุประเภทสแตนเลส (Stainless Steel) พื้นผิวขัดมัน ทำให้ต้องใช้ซีเมนต์ในการยึดเกาะกระดูก มีความยาวตั้งแต่ ๙๕ ถึง ๑๕๐ มิลลิเมตร สำหรับชนิดความยาวมาตรฐาน และมีความยาวตั้งแต่ ๒๐๕ ถึง ๒๖๐ มิลลิเมตร สำหรับชนิดความยาวที่ยาวกว่ามาตรฐาน

แผนภาพที่ ๒ - ๑๓ ก้านสะโพกเทียม Exeter

ที่มา : Stryker, ออนไลน์, ๒๐๒๐

๒. ก้านสะโพกเทียมรุ่น Corail จัดจำหน่ายโดยบริษัท จอห์นสัน แอนด์ จอห์นสัน (ไทย) จำกัด ผลิตจากวัสดุประเภทไทเทเนียมอัลลอยด์ (Titanium Alloys) สามารถแบ่งออกได้ ๒ แบบ คือ แบบที่ต้องใช้ซีเมนต์ยึดเกาะกระดูก โดยจะมีการปรับปรุงพื้นผิวด้วยวิธีการขัดมันทำให้มีผิวเรียบ และแบบที่ไม่ต้องใช้ซีเมนต์ยึดเกาะกระดูก ซึ่งเคลือบด้วยสารไฮดรอกซีอะพาไทต์ (Hydroxyapatite) เพื่อให้กระดูกของผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียมนั้นเจริญมาเชื่อมและยึดติดกับก้านสะโพกเทียมได้

แผนภาพที่ ๒ – ๑๔ ก้านสะโพกเทียม Corail ชนิดใช้ซีเมนต์ยึดเกาะกระดูก (ซ้าย) และชนิดไม่ใช้ซีเมนต์ยึดเกาะกระดูก (ขวา)

ที่มา : Depuy Synthes, ออนไลน์, ๒๐๒๐

๓. ก้านสะโพกเทียมรุ่น CPT จัดจำหน่ายโดยบริษัท ซิมเมอร์ ไบโอเมท (ประเทศไทย) จำกัด เริ่มจัดจำหน่ายช่วงทศวรรษที่ ๙๐ มีลักษณะแบบ Double Taper ผลิตจากวัสดุประเภทสแตนเลส (Stainless Steel) หรือ โคบอลต์-โครเมียม (Cobalt-Chromium Alloys) มีความยาวตั้งแต่ ๑๐๕ ถึง ๑๓๐ มิลลิเมตร สำหรับชนิดความยาวมาตรฐาน นอกจากนี้ยังมีขนาดความยาวสั้นกว่ามาตรฐาน โดยมีความยาว ๘๕ และ ๙๕ มิลลิเมตร

แผนภาพที่ ๒ - ๑๕ ก้านสะโพกเทียม CPT

ที่มา : Zimmer, ออนไลน์, ๒๐๒๐

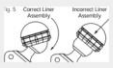
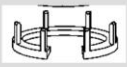
๔. ก้านสะโพกเทียมรุ่น Tandem จัดจำหน่ายโดยบริษัท บริษัท สมิธ แอนด์ เนฟฟิว จำกัด ผลิตจากวัสดุประเภทโคบอลต์-โครเมียม (Cobalt-Chromium Alloys)

แผนภาพที่ ๒ - ๑๖ ก้านสะโพกเทียม Tandem

ที่มา : smith-nephew, ออนไลน์, ๒๐๒๐

นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งหัวสะโพกเทียมที่นิยมในประเทศไทย โดยได้สรุปลักษณะสำคัญไว้ในแผนภาพที่ ๒-๑๕

แผนภาพที่ ๒ - ๑๗ หัวสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าที่นิยมในประเทศไทย

ยี่ห้อ	Smith & Nephew	Depuy	Biomet	Zimmer 2015	Zimmer 2008	Stryker
รุ่น	TANDEM Bipolar system	SELF-CENTERING™ Bipolar 2017	RingLoc® Bi-Polar	Modular Bipolar Femoral Head	Multipolar	Universal Head 2005
รูปประกอบ						
Lock outer	Ring Log	Ring log	Ring Log	Ring log		Ring log
Lock Femoral head			 UHMWPE			PE
อุปกรณ์ใส่		มือกด	มือ (ผู้ชาย) กดด้วยนน. 60 kg		มือกด	มือกด
อุปกรณ์ถอด						key 200 lbs

การทดสอบข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าตามมาตรฐานสากล

ส่วนประกอบของข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าจำเป็นต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานสากล เพื่อพิสูจน์ว่าสามารถนำไปใช้ได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ โดยส่วนประกอบแต่ละส่วนจำเป็นต้องได้รับการทดสอบตามมาตรฐานสากล ดังต่อไปนี้

๑. ก้านกระดูกต้นขาเทียม จำเป็นต้องผ่านการทดสอบด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ การทดสอบการกัดกร่อน และการทดสอบความล้า ดังนี้

๑.๑ การทดสอบด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ตามมาตรฐาน ASTM F๒๙๙๖ (Finite Element Analysis of Non-Modular Metallic Orthopedics Hip Stems)

๑.๒ การทดสอบการกัดกร่อน (Corrosion Test) ตามมาตรฐาน ASTM F๑๘๗๕ (Standard Practice Fretting Corrosion Testing of Modular Implant Interfaces: Hip Femoral Head-Bond and Cone Taper Interface) ซึ่งเป็นการทดสอบการกัดกร่อนจากการถูกพ่นด้วยเม็ดทรายขนาดเล็ก การถูกกระตุ้นทางไฟฟ้าเคมี และการกัดกร่อนด้วยเอนไซม์

๑.๓ การทดสอบความทนทานและความล้าตามมาตรฐาน ได้แก่

๑.๓.๑ การทดสอบความทนทานของก้านกระดูกต้นขาตามมาตรฐาน ISO ๗๒๐๖-๔ (Determination of Endurance Properties and Performance of Stemmed Femoral Components)

๑.๓.๒ การทดสอบความทนทานของคอก้านกระดูกต้นขาตามมาตรฐาน ISO ๗๒๐๖-๖ (Endurance Properties Testing and Performance Requirements of Neck Region of Stemmed Femoral Components)

๑.๓.๓ การทดสอบความล้าของก้านกระดูกต้นขาตามมาตรฐาน ASTM F ๒๕๘๐ (Standard Test Method for Evaluation of Modular Connection of Proximally Fixed Femoral Hip Prosthesis)

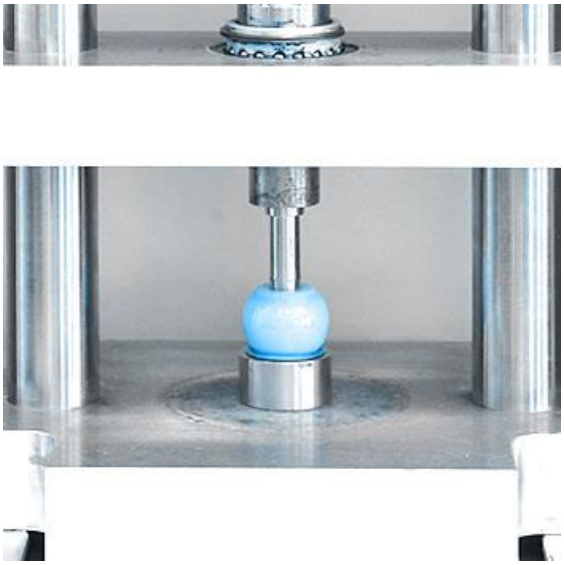
แผนภาพที่ ๒ - ๑๘ ภาพตัวอย่างการทดสอบความล้าตามมาตรฐาน ASTM F๒๕๘๐

ที่มา : Endolab, ออนไลน์, ๒๐๒๐

๒. หัวกระดูกต้นขาเทียม จำเป็นต้องผ่านการทดสอบแรงดึง (Tensile Test) การทดสอบแรงกด (Compression Test) และการทดสอบความต้านทานต่อแรงบิด (Torque Resistance) ตามมาตรฐานสากล ได้แก่

๒.๑ การทดสอบความแข็งแรงของหัวกระดูกต้นขาเทียมตามมาตรฐาน ISO ๗๒๐๖-๑๐ (Determination of Resistance to Static Load of Modular Femoral Heads)

แผนภาพที่ ๒ - ๑๙ ภาพตัวอย่างการทดสอบความแข็งแรงของหัวกระดูต้นขาเทียมตามมาตรฐาน ISO ๗๒๐๖-๑๐



ที่มา : Endolab, ออนไลน์, ๒๐๒๐

๒.๒ การทดสอบตามมาตรฐาน ISO ๗๒๐๖-๑๓ (Determination of Resistance to Torque of Head Fixation of Stemmed Femoral Components)

๓. หัวกระดูกต้นขาไบโพล่าด้านใน จำเป็นต้องผ่านการทดสอบ ดังนี้

๓.๑ การทดสอบการสึกกร่อน (Wear Test) ตามมาตรฐาน ISO ๑๔๒๔๒ (Wear of Total Hip-Joint Prostheses)

๓.๒ การทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน ISO ๒๑๕๓๕ (Non-Active Surgical Implants - Joint Replacement Implants - Specific Requirements for Hip-Joint Replacement Implants)

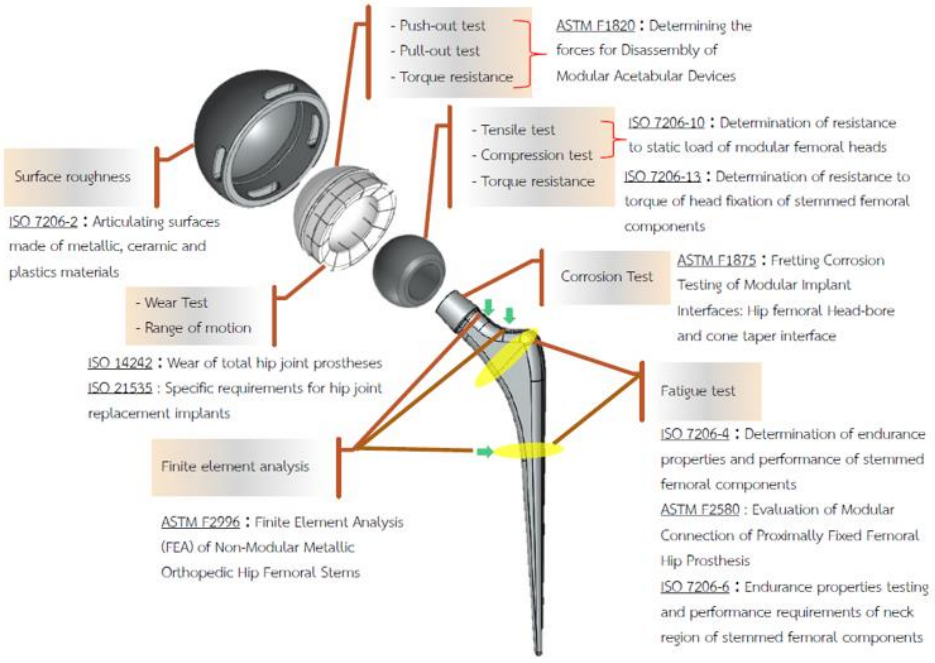
๓.๓ การทดสอบแรงกด แรงดึง และความต้านทานต่อแรงบิด ตามมาตรฐาน ASTM F๑๘๒๐ (Standard Test Method for Determining the Axial Disassembly Force of a Modular Acetabular Device)

แผนภาพที่ ๒ - ๒๐ ภาพตัวอย่างการทดสอบแรงกด แรงดึง และความต้านทานต่อแรงบิด ตามมาตรฐาน ASTM F๑๘๒๐

ที่มา : Endolab, ออนไลน์, ๒๐๒๐

๔. หัวกระดูกต้นขาไบโพล่าด้านนอก ต้องผ่านการทดสอบความหยาบของพื้นผิวสัมผัส (Surface Roughness) ตามมาตรฐาน ISO ๗๒๐๖-๒ (Articulating Surfaces Made of Metallic, Ceramic and Plastics Materials)

แผนภาพที่ ๒ - ๒๑ การทดสอบข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าส่วนต่างๆ ตามมาตรฐานสากล



งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Chang Yong Hu and Taek-Rim Yoon (๒๐๑๘) ได้ทำการวิเคราะห์วรรณกรรมเกี่ยวกับวัสดุที่ใช้ในการผลิตข้อสะโพกเทียมชนิดมีเบ้า ด้วยการสืบค้นจากฐานข้อมูลงานวิจัยซึ่งได้รับการตีพิมพ์ลงในวารสารทางวิชาการ จำนวน ๓๒ เรื่อง

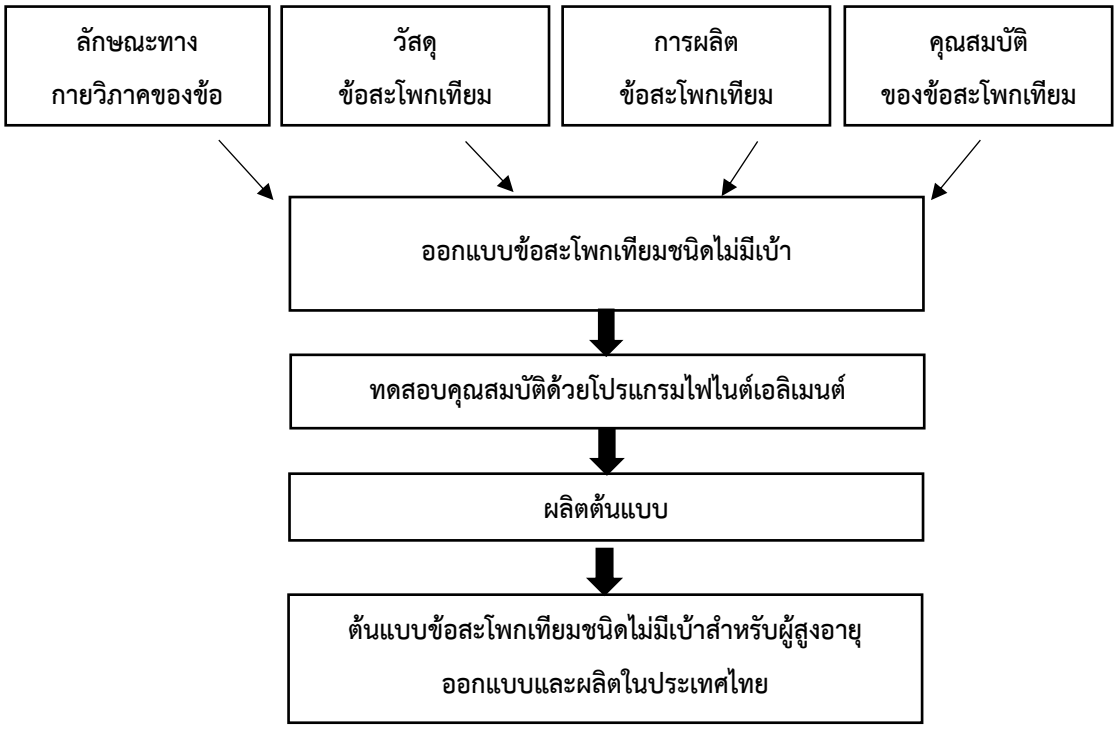
Ito, Matsuno and Kaneda (๒๐๐๐) ได้ทำการศึกษาผลทางคลินิกและภาพถ่ายทางรังสีของการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าเป็นเวลาเฉลี่ย ๑๑.๔ ปี ทั้งหมด ๔๘ ข้อในผู้ป่วย ๓๕ ราย อายุเฉลี่ย ๓๗ ปี

Randhawa et al. (๒๐๐๙ : ๑๕๘ - ๑๖๕) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้ก้านกระดูกต้นขาเทียม ในผู้ป่วยจำนวน ๙๖ ราย เป็นระยะเวลา ๓๖ เดือนหลังผ่าตัด พบว่าจากข้อมูลของผู้ป่วย ๕๗ รายจากจำนานดังกล่าว มีอัตราการทรุดของก้านข้อสะโพกเฉลี่ย ๐.๔๓ มิลลิเมตรต่อปี และมีการทรุดโดยเฉลี่ย ๐.๗๙ มิลลิเมตร ณ เดือนที่ ๓๖.๓

Enocson et al. (๒๐๑๒ : ๗๑๑ - ๗๑๗) ทำการศึกษาการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าในผู้ป่วยสูงอายุ ๘๓๐ ราย พบว่าการผ่าตัดไม่มีความเสี่ยงในการเกิดภาวะแทรกซ้อน การต้องผ่าตัดซ้ำ หรือการเคลื่อนหลุดของข้อสะโพกเทียมภายหลักการผ่าตัด

กรอบแนวคิดของการวิจัย

แผนภาพที่ ๒ - ๑๙ กรอบแนวคิดของการวิจัย



สรุป

เนื่องจากปัจจุบันประเทศไทยได้เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุเป็นที่เรียบร้อยแล้ว กล่าวคือ มีผู้สูงอายุที่อายุตั้งแต่ ๖๐ ปีขึ้นไป เกินกว่าร้อยละ ๑๐ การให้บริการสาธารณสุขจึงมีความจำเป็นที่ต้องมีการวางแผนอย่างเป็นระบบ

โรคข้อสะโพกเสื่อมเป็นโรคที่สามารถพบได้ในผู้สูงอายุ ทำให้มีอาการปวด เคลื่อนไหวไม่สะดวก และอาจไม่สามารถใช้ชีวิตประจำวันได้ปกติ ทั้งนี้ โรคข้อสะโพกเสื่อมสามารถรักษาได้ด้วยวิธีการใช้ยา ร่วมกับการทำกายภาพบำบัด แต่ถ้าหากการรักษาด้วยวิธีดังกล่าวไม่ได้ผล แพทย์อาจพิจารณาให้ผู้ป่วยเข้ารับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียม เพื่อให้ผู้ป่วยสามารถกลับมาใช้ชีวิตประจำวันได้ด้วยตนเอง

การผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียม คือ การผ่าตัดนำผิวข้อสะโพกที่เสื่อมออก และทดแทนด้วยวัสดุเทียม ที่มีความแข็งแรงและเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อในร่างกาย โดยข้อสะโพกเทียมสามารถแบ่งออกได้เป็นข้อสะโพกเทียมชนิดมีเบ้าและชนิดไม่มีเบ้า ประกอบด้วยส่วนประกอบที่แตกต่างกัน วัสดุที่นำมาผลิตข้อสะโพกเทียมมักเป็นโลหะผสม ขึ้นอยู่กับการออกแบบโดยผู้ผลิตและการพิจารณาเลือกใช้โดยศัลยแพทย์ให้มีความเหมาะสมกับผู้ป่วยแต่ละราย

บทที่ ๓
การออกแบบข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าสำหรับผู้สูงอายุ

ผู้วิจัย ร่วมกับคณะแพทย์จากภาควิชาศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิคส์และกายภาพบำบัด คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ศูนย์เทคโนโลยีทางทันตกรรมขั้นสูง (ADTEC) และบริษัทออโธพีเซีย จำกัด ได้ดำเนินการดำเนินการวิจัยและพัฒนาข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าสำหรับผู้สูงอายุร่วมกัน โดยเริ่มด้วยการออกแบบข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าแบบ ๒ มิติ และ ๓ มิติ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากนั้นจึงนำแบบข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าแบบ ๓ มิติไปจำลองคุณสมบัติของข้อสะโพกเทียมด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

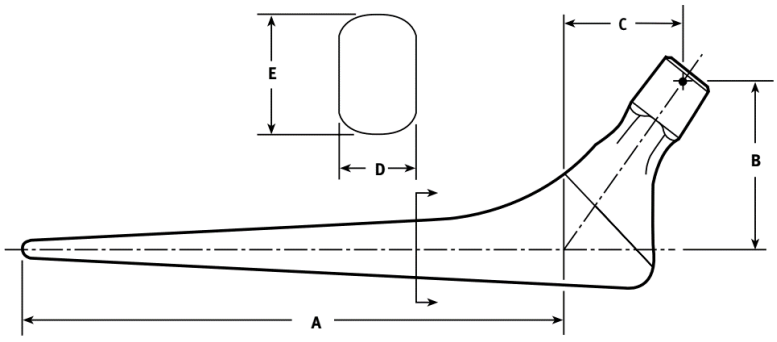
การออกแบบและจัดทำแบบร่างข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าแบบ ๒ มิติ

เพื่อให้เหมาะสมกับสรีระของคนไทย ส่วนประกอบต่างๆ ของข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าถูกออกแบบให้มีขนาดดังรายละเอียดต่อไปนี้

๑. ก้านกระดูกต้นขา (Stem)

การออกแบบก้านกระดูกต้นขาแบบ ๒ มิติ มีรูปร่างคล้ายลิ่นแคบลงถึงส่วนปลาย ประกอบด้วยสัดส่วน ๕ มิติ ดังปรากฏในแผนภาพที่ ๓-๑ ได้แก่ ความสูงของก้านกระดูกต้นขา (A) ความยาวและความสูงของคอก้านกระดูกต้นขา (B และ C) ความหนาของกระดูกต้นขา (D) และความกว้างของกระดูกต้นขา (E)

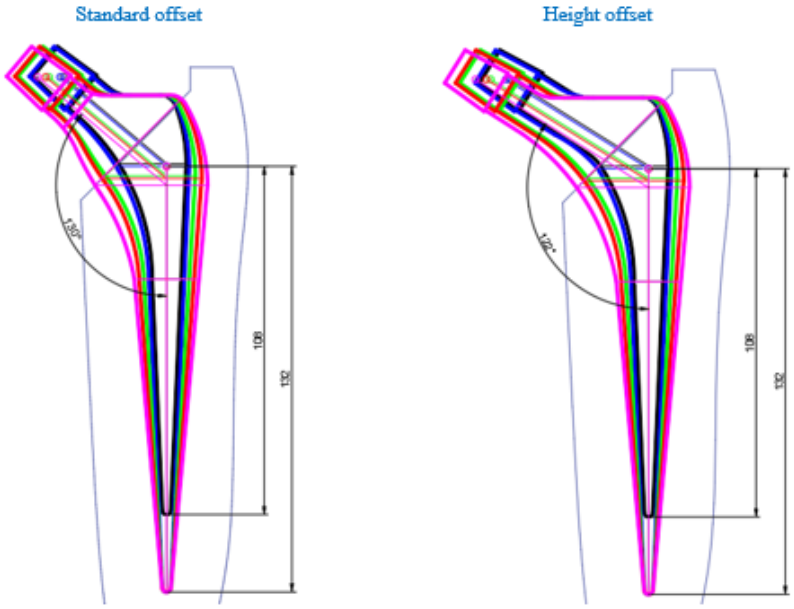
แผนภาพที่ ๓ - ๑ การออกแบบก้านกระดูกต้นขาแบบ ๒ มิติ



ทั้งนี้การออกแบบก้านกระดูกต้นขาเทียมแบ่งออกเป็น ๒ แบบตามความยาวของคอก้านกระดูกต้นขา คือ แบบมาตรฐาน (Standard offset) มีมุมระหว่างก้านและคอก้านกระดูกต้นขา ๑๓๐ องศา และ

แบบคอยาวกว่ามาตรฐาน (High offset) มีมุมระหว่างก้านและคอก้านกระดูกต้นขา ๑๒๒ องศา เพื่อให้เหมาะสมกับสรีระของแต่ละบุคคล

แผนภาพที่ ๓ - ๒ ความยาวของคอก้านกระดูกต้นขาแบบมาตรฐาน (ซ้าย) และแบบยาวกว่ามาตรฐาน (ขวา)



ในการออกแบบเริ่มต้นกำหนดให้ก้านกระดูกต้นขาแต่ละแบบมี ๖ ขนาด คือ ขนาด ๐ ถึง ๕ โดยมีความยาวของแต่ละมิติดังแสดงในตารางที่ ๓-๑ และ ๓-๒

ตารางที่ ๓ - ๑ ขนาดของความยาวแต่ละมิติของก้านกระดูกต้นขาแบบคอมาตรฐาน

ขนาด	ความสูงก้าน (A)	ความยาวคอ (B)	ความสูงคอ (C)	ความหนาก้าน (D)	ความกว้างก้าน (E)
๐	๑๐๕	๓๒	๒๖	๗.๕	๙.๐
๑	๑๓๐	๓๔	๒๖	๙.๐	๑๐.๕
๒	๑๓๐	๓๖	๒๖	๙.๐	๑๓.๐
๓	๑๓๐	๓๗	๒๖	๙.๐	๑๕.๕
๔	๑๓๐	๓๘	๒๖	๑๐.๐	๑๗.๕
๕	๑๓๐	๔๐	๒๖	๑๐.๐	๒๐.๐

(หน่วยเป็นมิลลิเมตร)

ตารางที่ ๓ - ๒ ขนาดของความยาวแต่ละมิติของก้านกระดูกต้นขาแบบคอยาวกว่ามาตรฐาน

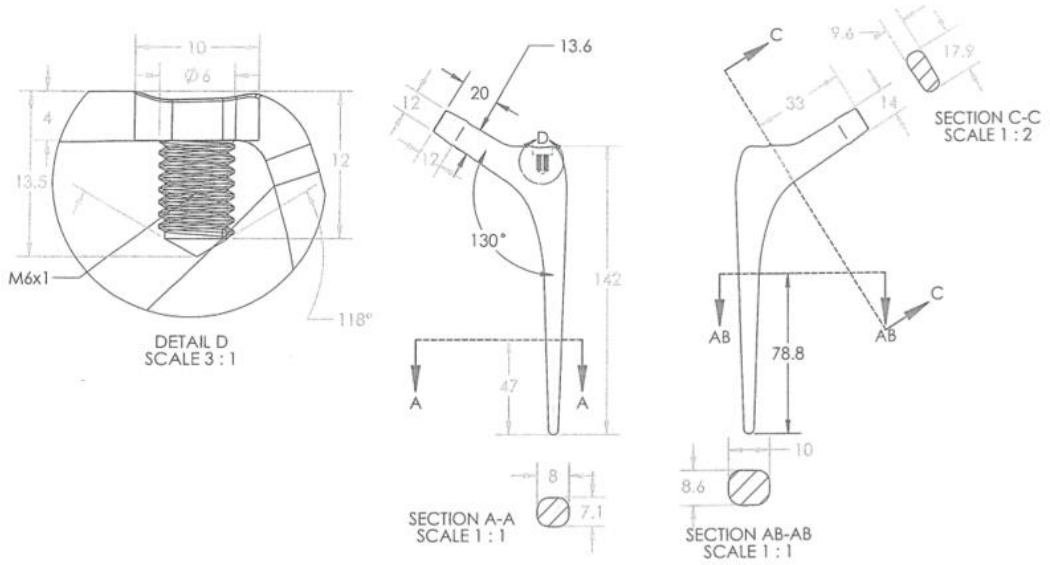
ขนาด	ความสูงก้าน (A)	ความยาวคอ (B)	ความสูงคอ (C)	ความหนาก้าน (D)	ความกว้างก้าน (E)
๐	๑๐๕	๓๗	๒๖	๗.๕	๙.๐

๑	๑๓๐	๓๙	๒๖	๙.๐	๑๐.๕
๒	๑๓๐	๔๑	๒๖	๙.๐	๑๓.๐
๓	๑๓๐	๔๒	๒๖	๙.๐	๑๕.๕
๔	๑๓๐	๔๓	๒๖	๑๐.๐	๑๗.๕
๕	๑๓๐	๔๕	๒๖	๑๐.๐	๒๐.๐

(หน่วยเป็นมิลลิเมตร)

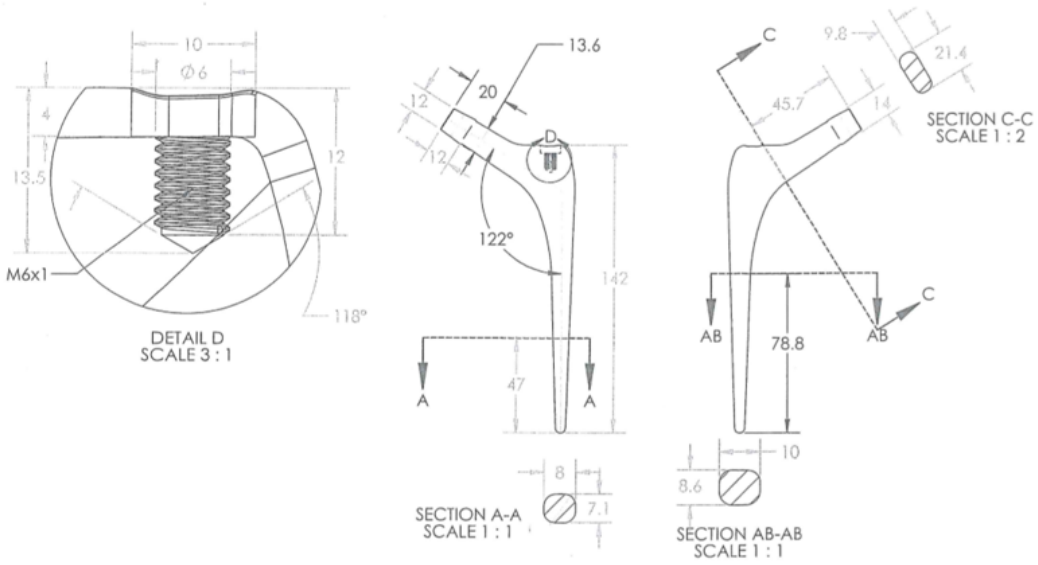
เมื่อได้กำหนดขนาดในแต่ละมิติแล้วจึงได้ทำการออกแบบก้านกระดูกต้นขาเทียมแต่ละขนาดแต่ละแบบด้วยโปรแกรมประเภท Computer Aided Design (CAD)

แผนภาพที่ ๓ - ๓ ตัวอย่างการออกแบบก้านกระดูกต้นขาเทียมแบบคอมาตรฐานขนาด ๐ ด้วยโปรแกรม CAD



แผนภาพที่ ๓ - ๔ ตัวอย่างการออกแบบก้านกระดูกต้นขาเทียมแบบคอยาวกว่ามาตรฐานขนาด ๐

ด้วยโปรแกรม CAD



ก้านกระดูกต้นขาถูกออกแบบให้ทำจากวัสดุโคบอลต์-โครเมียม (Cobalt-Chromium Alloys หรือ CoCr) ซึ่งเป็นโลหะผสมที่มีความแข็งแรงและยืดหยุ่น ผลิตด้วยกระบวนการตีขึ้นรูป (Forging) ตามมาตรฐาน ASTM F๗๙๙ ผ่านกระบวนการขัดมันให้มีผิวเรียบผิวเรียบ (Polished) และสามารถยึดกับโพรงกระดูกได้แน่นโดยใช้ซีเมนต์ยึดติดกระดูก

๒. หัวกระดูกต้นขาเทียม (Femoral head)

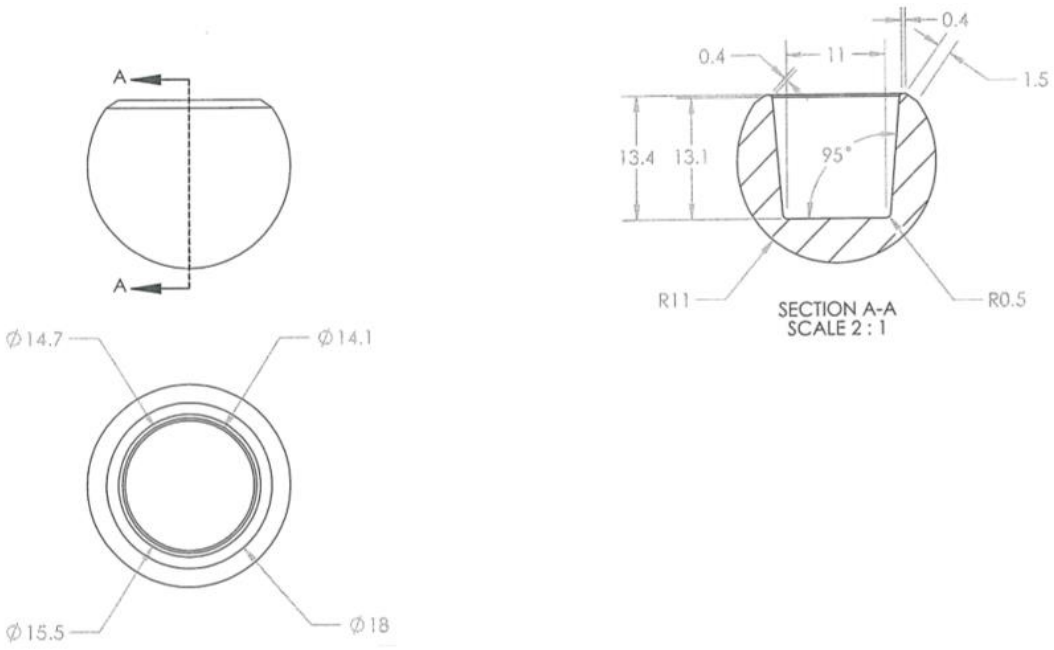
การออกแบบหัวกระดูกต้นขาเทียมแบบ ๒ มิติ เริ่มจากการกำหนดขนาดเช่นเดียวกับการออกแบบก้านกระดูกต้นขา ทั้งหมด ๑๑ ขนาด ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง (Diameter) และรูปแบบความลึกของช่องสำหรับสอดกับคอก้านกระดูกต้นขา (Offset) ที่แตกต่างกัน

ตารางที่ ๓ - ๓ ขนาดของหัวกระดูกต้นขาเทียม

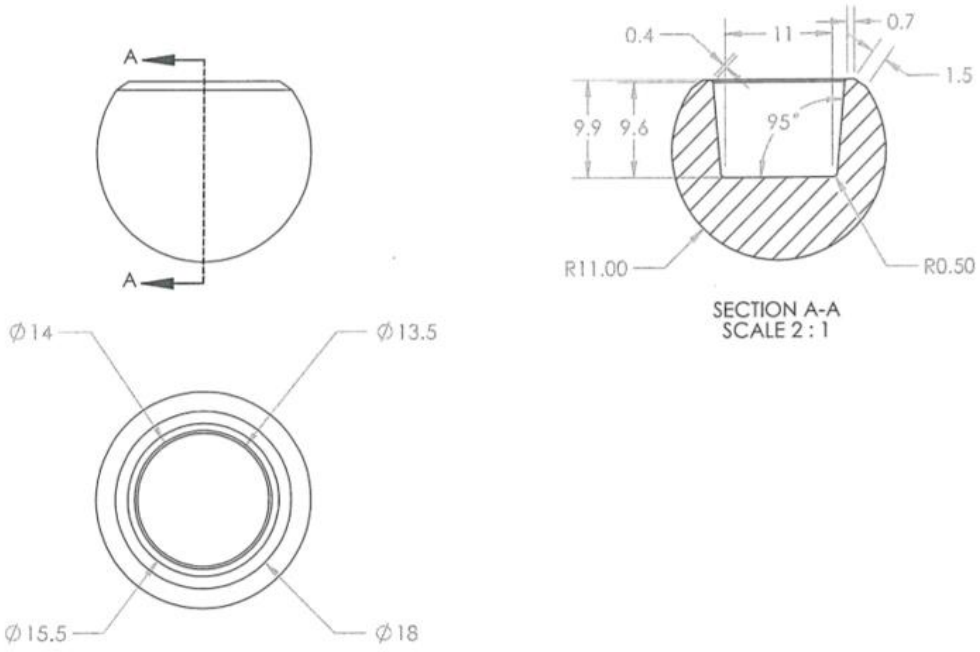
ขนาด	**๑**	**๒**	**๓**	**๔**	**๕**	**๖**	**๗**	**๘**	**๙**	**๑๐**	**๑๑**
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	๒๒	๒๒	๒๒	๒๘	๒๘	๒๘	๒๘	๓๒	๓๒	๓๒	๓๒
รูปแบบ offset	๐	+๓.๕	+๗	-๓.๕	๐	+๓.๕	+๗	-๓.๕	๐	+๓.๕	+๗

เมื่อได้กำหนดขนาดแล้วจึงได้ทำการออกแบบหัวกระดูกต้นขาเทียมแต่ละขนาดด้วยโปรแกรมประเภท Computer Aided Design (CAD)

แผนภาพที่ ๓ - ๕ ตัวอย่างการออกแบบคอก้านกระดูกต้นขาเทียมขนาด ๑



แผนภาพที่ ๓ - ๖ ตัวอย่างการออกแบบคอก้านกระดูกต้นขาเทียมขนาด ๒



หัวกระดูกต้นขาถูกออกแบบให้ทำจากวัสดุโคบอลต์-โครเมียม (Cobalt-Chromium Alloys หรือ CoCr) ตามมาตรฐาน ASTM F๑๓๕๗

๓. หัวกระดูกต้นขาไบโพล่าด้านนอก (Bipolar cap หรือ Outer shell)

การออกแบบหัวกระดูกต้นขาไบโพล่าด้านนอกแบบ ๒ มิติ เริ่มจากการกำหนด ทั้งหมด ๑๓ ขนาด ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง (Diameter) แตกต่างกัน

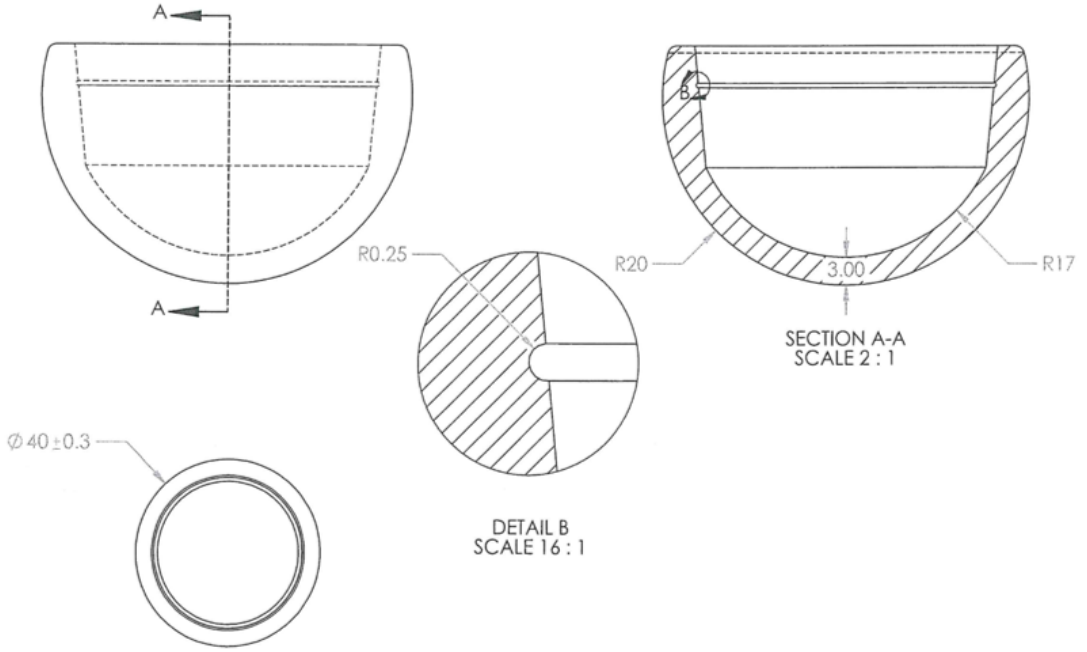
ตารางที่ ๓ - ๔ ขนาดของหัวกระดูกต้นขาไบโพล่าด้านนอก

ขนาด	๑	๒	๓	๔	๕	๖	๗	๘	๙	๑๐	๑๑	๑๒	๑๓

เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	๓๘	๓๙	๔๐	๔๑	๔๒	๔๓	๔๔	๔๕	๔๖	๔๘	๕๐	๕๒	๕๔

เมื่อได้กำหนดขนาดแล้วจึงได้ทำการออกแบบหัวกระดูกต้นขาไบโพล่าด้านนอกแต่ละขนาดด้วยโปรแกรมประเภท Computer Aided Design (CAD)

แผนภาพที่ ๓ - ๗ ตัวอย่างการออกแบบหัวกระดูกต้นขาไบโพล่าด้านนอก
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๔๐ มิลลิเมตร

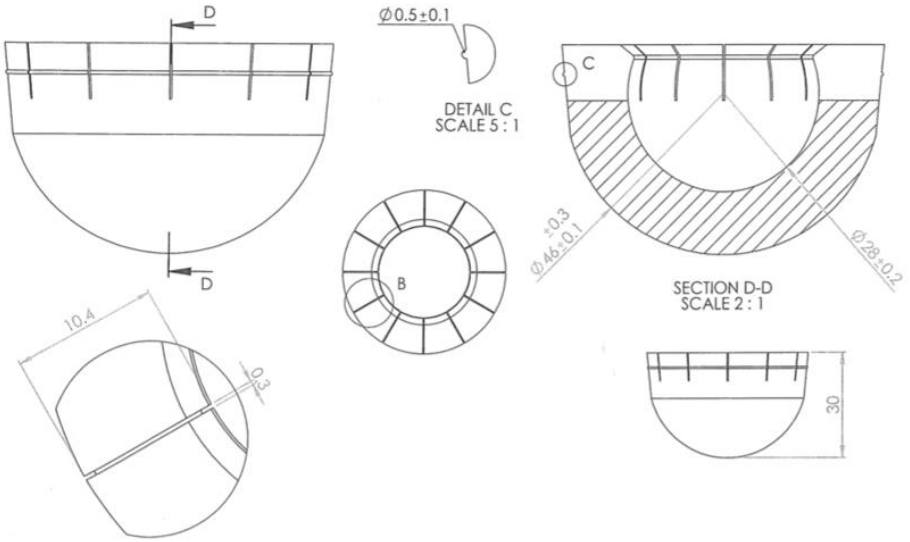


หัวกระดูกต้นขาไบโพล่าด้านนอกถูกออกแบบให้ทำจากวัสดุโคบอลต์-โครเมียม (Cobalt-Chromium Alloys หรือ CoCr) ผลิตด้วยกระบวนการตีขึ้นรูป (Forging) ตามมาตรฐาน ASTM F๗๙๙

๔. หัวกระดูกต้นขาไบโพล่าด้านใน (Bipolar inner หรือ liner)

การออกแบบหัวกระดูกต้นขาไบโพล่าด้านในแบบ ๒ มิติ เริ่มจากการกำหนดขนาด ทั้งหมด ๓ ขนาด ให้สามารถใช้ได้กับหัวกระดูกต้นขาเทียมเส้นผ่านศูนย์กลาง ๒๒ ๒๘ และ ๓๒ มิลลิเมตรได้ จากนั้นจึงทำการออกแบบด้วยโปรแกรม Computer Aided Design (CAD)

แผนภาพที่ ๓ - ๘ ตัวอย่างการออกแบบหัวกระดูกต้นขาไบโพล่าด้านใน
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านใน ๒๘ มิลลิเมตรและด้านนอก ๔๖ มิลลิเมตร



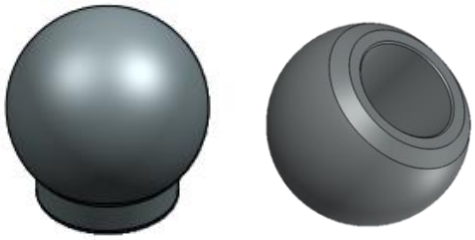
หัวกระดูกต้นขาไบโพล่าด้านในถูกออกแบบให้ทำจากพอลิเมอร์ประเภท Polyethylene ที่มีความหนาแน่นของโมเลกุลสูง (Ultra-High Molecular Weight Polyethylene, UHMWPE) ที่ผ่านกระบวนการทำให้เกิดการเชื่อมกันของโมเลกุลแบบ Crosslinked ตามมาตรฐาน ISO ๑๘๓๔ ทำให้วัสดุมีความเหนียวและทนต่อการสึกหรอ

การออกแบบและจัดทำแบบจำลองข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าแบบ ๓ มิติ

เมื่อได้กำหนดขนาดและออกแบบส่วนประกอบของข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าทั้ง ๔ ชิ้นส่วนในรูปแบบ ๒ มิติเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงทำการแปลงแบบร่างให้เป็นรูปแบบ ๓ มิติด้วยโปรแกรม Computer Aided Design (CAD)

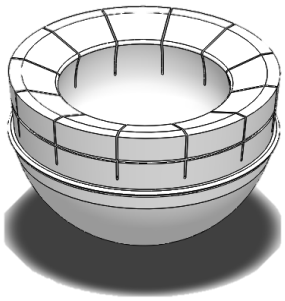
แผนภาพที่ ๓ - ๙ ตัวอย่างแบบจำลองก้านกระดูกต้นขา ๓ มิติ

แผนภาพที่ ๓ - ๑๐ ตัวอย่างแบบจำลองหัวกระดูกต้นขา ๓ มิติ

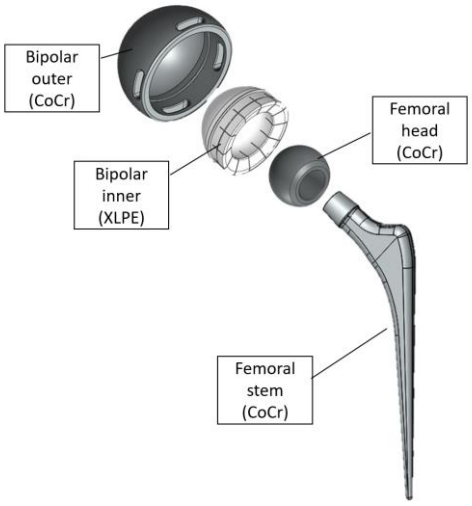


แผนภาพที่ ๓ - ๑๑ ตัวอย่างแบบจำลองหัวกระดูกต้นขาไบโพล่าด้านนอก ๓ มิติ

แผนภาพที่ ๓ - ๑๒ ตัวอย่างแบบจำลองหัวกระดูกต้นขาไบโพล่าด้านใน ๓ มิติ



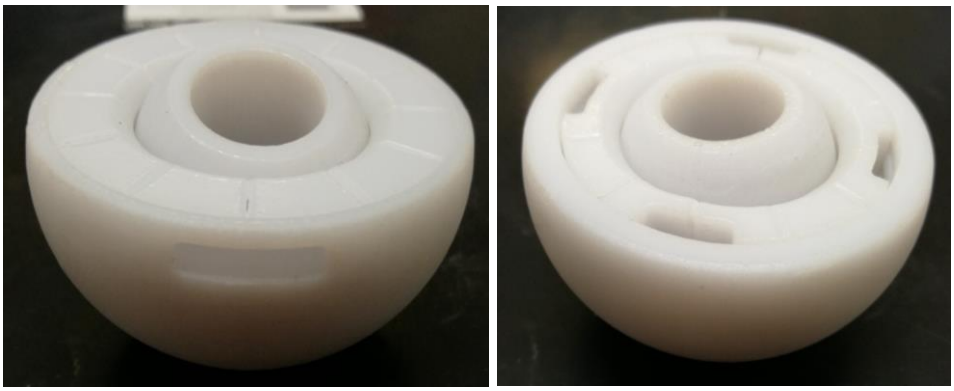
แผนภาพที่ ๓ - ๑๓ ตัวอย่างแบบจำลองหัวกระดูกต้นขาไบโพล่าด้านใน ๓ มิติ



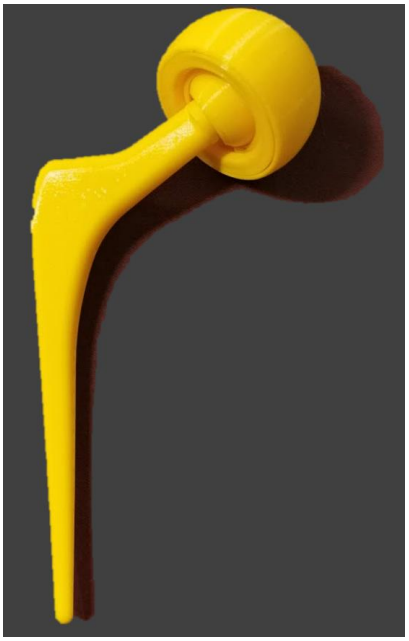
เนื่องจากระบบล็อคระหว่างส่วนประกอบแต่ละชิ้นมีความสำคัญ การออกแบบต้องทำให้ส่วนประกอบเข้ากันได้พอดี จึงได้ทำการทดสอบการผลิตส่วนประกอบตามที่ได้ออกแบบด้วยการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์ ๓ มิติ

แผนภาพที่ ๓ - ๑๔ การทดสอบการผลิตก้านกระดูกต้นขาด้วยเทคโนโลยีการพิมพ์ ๓ มิติ

แผนภาพที่ ๓ - ๑๕ การทดสอบการผลิตหัวกระดูกต้นขาด้วยเทคโนโลยีการพิมพ์ ๓ มิติ



แผนภาพที่ ๓ - ๑๖ การทดสอบการประกอบต้นแบบที่ผลิตด้วยเทคโนโลยีการพิมพ์ ๓ มิติ



นอกจากนี้ยังได้ผลิตต้นแบบด้วยวิธีการฉีกขึ้นรูปโลหะ (Metal Injection Molding)

แผนภาพที่ ๓ - ๑๗ ต้นแบบข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้า

สรุป

การออกแบบและพัฒนาข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าสำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทยเริ่มต้นจากการกำหนดขนาดของส่วนประกอบทั้ง ๔ ชิ้นส่วน ได้แก่ ก้านกระดูกต้นขาเทียม หัวกระดูกต้นขาเทียม หัวกระดูกต้นขาไบโพล่าด้านนอก และหัวกระดูกต้นขาไบโพล่าด้านใน จากนั้นจึงทำการร่างการออกแบบส่วนประกอบแบบ ๒ มิติและ ๓ มิติด้วยโปรแกรม Computer Aided Design สำหรับกระดูกต้นขาเทียม หัวกระดูกต้นขาเทียม และหัวกระดูกต้นขาไบโพล่าด้านนอก ถูกออกแบบให้ผลิตจากวัสดุโคบอลต์-โครเมียม ในขณะที่หัวกระดูกต้นขาไบโพล่าด้านในถูกออกแบบให้ผลิตจากวัสดุพอลิเมอร์ Crosslinked UHMWPE

บทที่ ๔
การวิเคราะห์แบบจำลอง ๓ มิติด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

ขั้นตอนการวิเคราะห์แบบจำลอง ๓ มิติด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

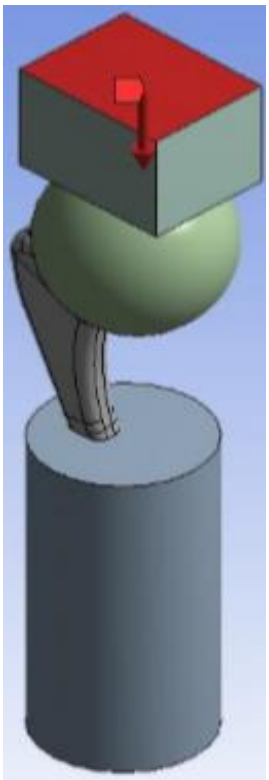
การวิเคราะห์แบบจำลอง ๓ มิติด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ แบ่งออกเป็น ๒ ส่วน ได้แก่ การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุ และการจำลองการทดสอบเชิงกลเบื้องต้น

การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุเป็นการหาค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity) ค่าความทนต่อแรงดึงสูงสุดหรือค่าความเค้นสูงสุด (Ultimate Tensile Strength) ค่าความทนต่อแรงดึงที่จุดคราก (Yield Tensile Strength) และขีดจำกัดความล้า (Fatigue Limit)

การจำลองการทดสอบเชิงกลเบื้องต้นด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ด้วยโปรแกรม ANSYS ประกอบด้วย ๔ หัวข้อ ดังนี้

๑. การทดสอบความเสียหายของวัตถุด้วยแรงกด (Compression Test) ที่ขนาดแรงกด ๒,๓๐๐ นิวตัน เพื่อหาค่าความเค้น (Stress) ตามข้อกำหนด ISO ๗๒๐๖-๔

แผนภาพที่ ๔ - ๑ การทดสอบแบบจำลองด้วยแรงกด

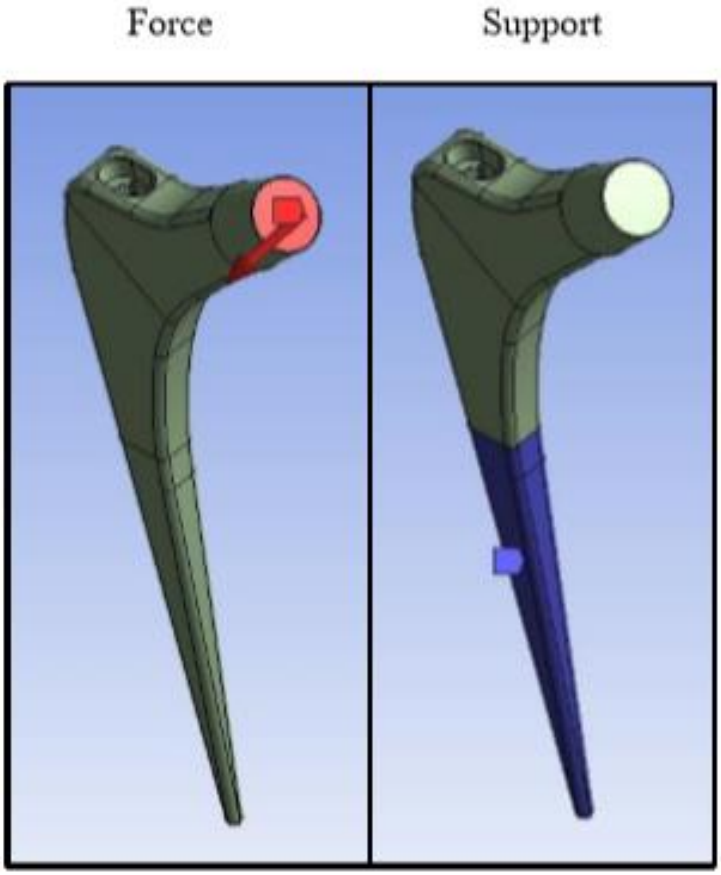


๒. การทดสอบความล้า (Fatigue Test) ตามข้อกำหนด ISO ๗๒๐๖-๔ โดยจำลองการเดินของคนปกติและวัดจำนวนรอบของการเดินที่ทำให้วัสดุเกิดความเสียหาย

๓. การทดสอบแรงกดสูงสุดที่สามารถรับได้ (Load To Failure Test)

๔. การทดสอบความเสียหายของวัตถุด้วยแรงบิด (Torsion Test) ตามข้อกำหนด ISO๗๒๐๖-๘ ประกอบด้วย ๒ รูปแบบ คือ การจำลองแรงบิดที่เกิดจากการกางขา (Abductor) ด้วยแรง๘๗๙.๙๓ นิวตัน และการจำลองแรงบิดที่หัวกระดูกต้นขา (Femoral head torsion test) ด้วยแรง ๑๕๖๒.๑ นิวตัน

แผนภาพที่ ๔ - ๒ การทดสอบแบบจำลองด้วยแรงบิด



ผลการจำลองการทดสอบข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าที่ถูกออกแบบขึ้นได้นำไปเปรียบเทียบกับผลการจำลองการทดสอบข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าของบริษัท สไตรเกอร์ (Stryker) ซึ่งเป็นข้อสะโพกเทียมที่มีขายอยู่ในปัจจุบัน เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการออกแบบข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าในโครงการ

ผลการวิเคราะห์แบบจำลอง ๓ มิติด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

สำหรับการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุพบว่าข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าที่ได้ออกแบบขึ้นในโครงการและของบริษัทสไตรเกอร์มีคุณสมบัติทางกาย ดังแสดงในตารางที่ ๔-๑

ตารางที่ ๔-๑ คุณสมบัติทางการภาพของข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้า

คุณสมบัติ	โครงการ	สไตรเกอร์

ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity)†	๒๑๐	๑๙๓
ค่าความทนต่อแรงดึงสูงสุด (Ultimate Tensile Strength)†	๑,๐๕๐	๕๘๖
ค่าความทนต่อแรงดึงที่จุดคราก (Yield Tensile Strength)†	๖๐๐	๒๐๗
ขีดจำกัดความล้า (Fatigue Limit)‡	๑๐,๐๐๐,๐๐๐	๗,๘๙๓,๗๖๔

(†หน่วยเป็น GPa และ ‡หน่วยเป็นรอบ)

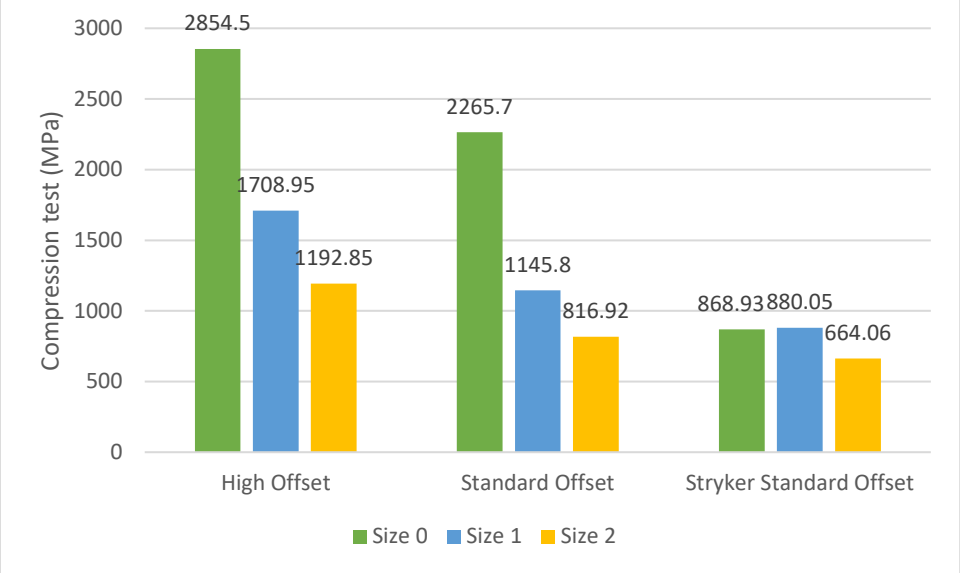
แสดงให้เห็นว่าข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าที่ออกแบบขึ้นในโครงการนี้มีคุณสมบัติดีกว่าข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าที่มีอยู่ในตลาด

สำหรับการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลเบื้องต้นซึ่งแบ่งเป็น ๔ หัวข้อ ได้ผลดังนี้

๑. การทดสอบความเสียหายของวัตถุด้วยแรงกด (Compression Test)

จากแผนภาพที่ ๔-๑ ซึ่งแสดงผลการทดสอบแบบจำลองข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าด้วยแรงกด แบ่งเป็นการทดสอบแบบจำลองของข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าที่ออกแบบขึ้นในโครงการแบบคอก้านกระดูกสะโพกเทียมมาตรฐาน (High Offset) และแบบคอยาวกว่ามาตรฐาน (Standard Offset) เปรียบเทียบกับผลการทดสอบแบบจำลองของข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าของบริษัทสไตรเกอร์ สำหรับขนาด ๐ ๑ และ ๒ พบว่าเมื่อจำลองแรงกดลงบนข้อสะโพกเทียมด้วยแรง ๒,๓๐๐ นิวตัน จะเกิดแรงกดภายในก้านกระดูกต้นขาสูงสุดของโครงการสูงกว่าของบริษัทสไตรเกอร์ในทุกๆ ขนาด

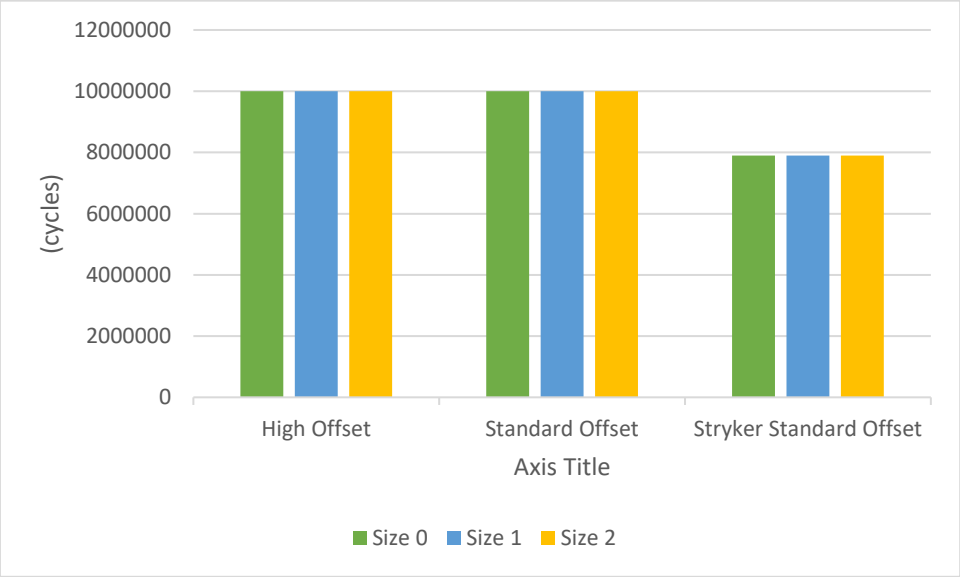
แผนภาพที่ ๔ - ๓ ผลการทดสอบแบบจำลองด้วยแรงกด



๒. การทดสอบความล้า (Fatigue Test)

จากแผนภาพที่ ๔-๒ พบว่าข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าซึ่งออกแบบขึ้นในโครงการนี้จะเกิดความเสียหายเนื่องจากความล้าที่ ๑๐,๐๐๐,๐๐๐ รอบ ในขณะที่ข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าของบริษัทสไตรเกอร์จะเกิดความเสียหายภายใน ๗,๘๙๓,๗๖๔ รอบ

แผนภาพที่ ๔ - ๔ ผลการทดสอบความล้าของแบบจำลอง



๓. การทดสอบแรงกดสูงสุดที่สามารถรับได้ (Load To Failure Test)

จากแผนภาพที่ ๔-๓ แสดงให้เห็นถึงผลการทดสอบแรงกดสูงสุดที่ข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าจะสามารถรับได้ก่อนที่จะเกิดความเสียหายในหน่วยนิวตัน โดยพบว่าข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าแบบคอก้านกระดูกต้นขายาวกว่ามาตรฐาน (High Offset) ที่ออกแบบขึ้นในโครงการนี้สามารถรับแรงกดสูงสุดได้ใกล้เคียงกับข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าแบบคอก้านกระดูกต้นขามาตรฐานของบริษัทสไตรเกอร์ ในขณะที่ข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าแบบคอก้านกระดูกมาตรฐาน (Standard Offset) ขนาด ๒ ที่ออกแบบขึ้นในโครงการนี้สามารถรับแรงกดได้สูงสุดที่ ๓,๐๐๐ นิวตัน

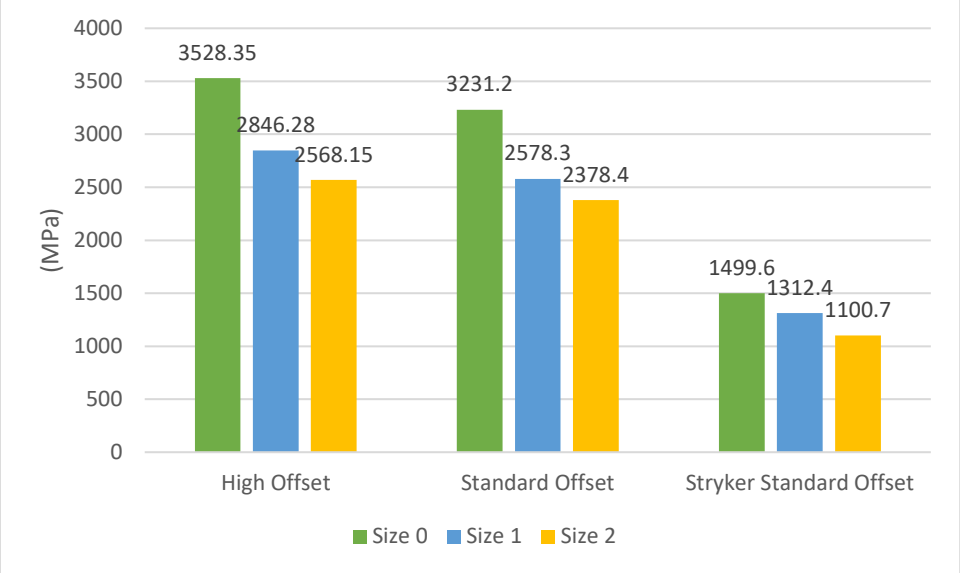
แผนภาพที่ ๔ - ๕ ผลการทดสอบแรงกดสูงสุดที่สามารถรับได้

๔. การทดสอบความเสียหายของวัตถุด้วยแรงบิด (Torsion Test)

การทดสอบแบบจำลอง ๓ มิติด้วยแรงบิดแบ่งออกเป็นการทดสอบโดยจำลองลักษณะการกางขาและการทดสอบแรงบิดที่หัวกระดูกต้นขา

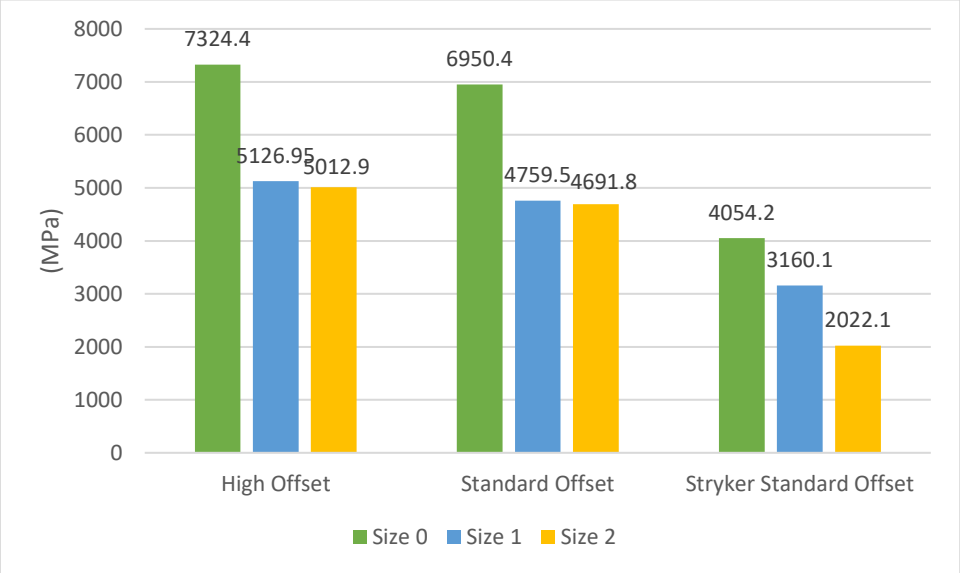
แผนภาพที่ ๔-๔ แสดงถึงผลการทดสอบด้วยแรงบิดโดยการจำลองการกางขาด้วยแรง ๘๗๙.๙๓ นิวตัน แสดงให้เห็นว่ามีแรงเกิดขึ้นที่ก้านกระดูกต้นขาของข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าแบบคอก้านกระดูกต้นขายาวกว่ามาตรฐาน (High Offset) ที่ออกแบบขึ้นในโครงการนี้สูงสุดที่ ๓,๕๒๘.๓๕ นิวตัน นอกจากนี้ยังพบว่าแรงที่เกิดขึ้นบนข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าที่ออกแบบขึ้นในโครงการนี้สูงกว่าแรงที่เกิดขึ้นบนข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าของบริษัทสไตรเกอร์

แผนภาพที่ ๔ - ๗ ผลการทดสอบด้วยแรงบิดโดยการจำลองการกางขา



เมื่อจำลองแรงบิดที่หัวกระดูกต้นขา (Femoral head torsion test) ด้วยแรง ๑๕๖๒.๑ นิวตัน พบว่าว่ามีแรงเกิดขึ้นที่ก้านกระดูกต้นขาของข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าแบบคอก้านกระดูกต้นขายาวกว่ามาตรฐาน (High Offset) ที่ออกแบบขึ้นในโครงการนี้สูงสุดที่ ๗,๓๒๔.๔ นิวตัน ทั้งนี้แรงที่เกิดขึ้นบนข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าที่ออกแบบขึ้นในโครงการนี้สูงกว่าแรงที่เกิดขึ้นบนข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าของบริษัทสไตรเกอร์

แผนภาพที่ ๔ - ๘ ผลการทดสอบด้วยแรงบิดที่หัวกระดูกต้นขา



สรุป

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุและคุณสมบัติเชิงกลเบื้องต้นของข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ พบว่าข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าที่ออกแบบในโครงการนี้มีคุณสมบัติไม่ด้อยไปกว่าข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าของบริษัทสไตรเกอร์ที่มีอยู่ในตลาด ทั้งนี้การวิเคราะห์ผลดังกล่าวเป็นเพียงการทดสอบด้วยแบบจำลอง ๓ มิติเท่านั้น ในลำดับต่อไปจะต้องทำการผลิตต้นแบบด้วยวัสดุตามที่ได้ออกแบบไว้ และนำต้นแบบไปทดสอบคุณสมบัติเชิงกล ทดสอบกับร่างอาจารย์ใหม่ และทดสอบเชิงคลินิกกับผู้ป่วยจริง ให้ได้ตามมาตรฐานสากลก่อนจึงจะสามารถผลิตเพื่อจัดจำหน่ายได้

บทที่ ๕
สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าสำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทย เป็นการศึกษาวิจัยในสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของกระดูกต้นขาและข้อสะโพกของคนไทย รวมถึงวิเคราะห์คุณสมบัติของข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าที่มีอยู่ในปัจจุบัน เพื่อนำมาวิเคราะห์และออกแบบนวัตกรรมข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าสำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทย

สรุปการทำวิจัย

โรคข้อสะโพกเสื่อมเป็นโรคที่สามารถพบได้ในผู้สูงอายุ ทำให้ผู้ป่วยมีอาการปวด เคลื่อนไหวไม่สะดวก และไม่สามารถใช้ชีวิตประจำวันได้อย่างปกติ จึงจำเป็นต้องได้รับการรักษา ซึ่งสามารถทำได้ด้วยวิธีการใช้ยา ร่วมกับการทำกายภาพบำบัด แต่ถ้าการรักษาด้วยวิธีดังกล่าวไม่ได้ผล ผู้ป่วยอาจจำเป็นต้องเข้ารับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียม เพื่อให้ผู้ป่วยสามารถกลับมาใช้ชีวิตประจำวันได้ด้วยตนเอง

การศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าสำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทยนี้ ได้เริ่มทำการศึกษาจากลักษณะทางกายวิภาคของข้อสะโพก รวมทั้งลักษณะของส่วนต่างๆของข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าที่มีอยู่ในปัจจุบัน ได้แก่ ก้านกระดูกต้นขา หัวกระดูกต้นขาเทียม หัวกระดูกต้นขาไบโพล่าด้านนอก และหัวกระดูกต้นขาไบโพล่าด้านใน จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้มาผสมผสานและออกแบบข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าในรูปแบบ ๒ มิติ และ ๓ มิติขึ้น ด้วยโปรแกรม Computer Aided Design (CAD) เมื่อได้แบบจำลอง ๓ มิติแล้ว จึงทำการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิ -เมนต์ เพื่อทดสอบคุณสมบัติของวัสดุ ซึ่งเป็นการหาค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity) ค่าความทนต่อแรงดึงสูงสุดหรือค่าความเค้นสูงสุด (Ultimate Tensile Strength) ค่าความทนต่อแรงดึงที่จุดคราก (Yield Tensile Strength) และขีดจำกัดความล้า (Fatigue Limit) และจำลองการทดสอบเชิงกลเบื้องต้นก่อนการผลิตต้นแบบข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้า

นอกจากนี้ยังได้ทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุและผลของการจำลองการทดสอบเชิงกลของข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าในโครงการนี้กับข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าของบริษัทสไตร -เกอร์ ซึ่งเป็นที่นิยมในอยู่ในตลาดปัจจุบัน

สรุปผลการทำวิจัย

จากการศึกษาวิจัยทำให้ได้การออกแบบส่วนประกอบต่างๆ ของข้อสะโพกเทียม ได้แก่ ก้านกระดูกต้นขา หัวกระดูกต้นขาเทียม หัวกระดูกต้นขาไบโพล่าด้านนอก และหัวกระดูกต้นขาไบโพล่าด้านใน ทั้งในรูปแบบ ๒ มิติและ ๓ มิติ รวมทั้งต้นแบบข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าสำหรับผู้สูงอายุใน

ประเทศไทยขึ้นมา โดยจากการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุและคุณสมบัติเชิงกลเบื้องต้นของข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์พบว่าข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าที่ออกแบบในโครงการนี้มีคุณสมบัติไม่ด้อยไปกว่าข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าของบริษัทสไตรเกอร์ซึ่งเป็นที่นิยมใช้อยู่ในตลาดปัจจุบัน

แม้ว่าการพัฒนานวัตกรรมข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าสำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทยภายใต้การศึกษาวิจัยนี้จะยังอยู่ในขั้นตอนการพัฒนาต้นแบบ เมื่อพัฒนาต่อไปให้สำเร็จ คือ ให้สามารถใช้กับผู้ป่วยได้ นวัตกรรมข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าซึ่งผลิตขึ้นในประเทศไทยนี้จะส่งผลในเชิงเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก กล่าวคือ ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการรักษาผู้ป่วยที่ต้องเข้ารับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียม เนื่องจากข้อสะโพกเทียมที่ผลิตขึ้นเองในประเทศจะมีราคาต่ำกว่าข้อสะโพกเทียมที่นำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งมีมูลค่าถึงปีละ ๓๗๐ ล้านบาท นอกจากนี้ยังสามารถช่วยส่งเสริมนโยบายในการผลักดันให้อุตสาหกรรมทางการแพทย์เป็นศูนย์กลางสุขภาพนานาชาติ (Medical Hub) อย่างยั่งยืน สามารถให้บริการทางการแพทย์ได้อย่างครบวงจร รวมทั้งยังส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ (Medical Tourism) ให้ผู้ป่วยชาวต่างชาติเดินทางเข้ามารักษาตัวในโรงพยาบาลของประเทศไทยได้อย่างมีคุณภาพ นอกจากนี้ยังสามารถพัฒนาเป็นสินค้าส่งออกไปยังต่างประเทศได้อีกด้วย เพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจได้อีกด้วย

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การวิเคราะห์คุณสมบัติของวัสดุและคุณสมบัติเชิงกลเบื้องต้นจากแบบจำลอง ๓ มิติ ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์เท่านั้น เนื่องจากข้อจำกัดด้านเวลาในการทำการศึกษาวิจัย
สำหรับการศึกษาต่อไปจำเป็นต้องนำต้นแบบที่ผลิตขึ้นไปทดสอบคุณสมบัติเชิงกลในห้องทดลอง จากนั้นจึงนำไปทดสอบสอบการใช้งานสัตว์ ทดสอบการใช้งานในร่างอาจารย์ใหญ่
การทดสอบเชิงคลินิกในผู้ป่วยจริง และการทดสอบอื่นๆ ตามมาตรฐานสากล จึงจะสามารถผลิตเพื่อจัดจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ได้

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

เสาวภา อินผา. คู่มือการพยาบาล ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล, ๒๕๕๗.

วารสาร

คณะกรรมการข้าราชการพลเรือน, สำนักงาน. "รู้จักสังคมสูงอายุ และสถานการณ์ผู้สูงอายุ (ในประเทศไทย)". วารสารข้าราชการ. ปีที่ ๖๐ ฉบับที่ ๔, ๒๕๖๑. หน้า ๕-๖.

กฎหมาย

"พระราชบัญญัติผู้สูงอายุ พ.ศ. ๒๕๔๖". ราชกิจจานุเบกษา. ๒๒ ธันวาคม ๒๕๔๖, หน้า ๑.

ฐานข้อมูลอิเล็คทรอนิกส์

กิจการผู้สูงอายุ, กรม. "สถิติผู้สูงอายุของประเทศไทย ๗๗ ณ วันที่ ๓๑ ธันวาคม ๒๕๖๒". (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : http://www.dop.go.th/th/know/๑/๒๗๕, ๒๕๖๓.

ศิริราช ปิยมหาราชการุณย์, โรงพยาบาล. "ข้อสะโพกเสื่อมเปลี่ยนได้ด้วยข้อสะโพกเทียม (Hip Osteoarthritis)". (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : http://www.siphhospital.com/th/news/article/share/๙๘๗/hip-osteoarthritis, ๒๕๖๓.

ภาษาต่างประเทศ

Books

Arden, Nigel, et al. Atlas of Osteoarthritis. London : Springer Healthcare. 2018.

Journals

Chang Yong Hu and Taek-Rim Yoon. "Recent Updates for Biomaterials used in Total Hip Arthroplasty". Biomaterials Research. 22. (33). 2018.

Derar, H and Shahinpoor, M. “Recent patents and designs on hip replacement prostheses”, The open biomedical engineering journal. 2015. P.9:92.

Enocson, A., Hedbeck, C.J., Törnkvist, H. et al. “Unipolar versus bipolar Exeter hip hemiarthroplasty: a prospective cohort study on 830 consecutive hips in patients with femoral neck fractures”, International Orthopaedics (SICOT). 2012. p. 711–717.

Kamel, Hisham. "Modeling and Simulation of a Hip Prosthesis Implantation" 18th International Conference on Applied Mechanics and Mechanical Engineering. 2018 : 33.

Randhawa, K., Hossain, F.S., Smith, B. et al. “A prospective study of hip revision surgery using the Exeter long-stem prosthesis: function, subsidence, and complications for 57 patients”. Journal of Orthopaedics and Traumatology. 10, 159–165 (2009).

Electronic database

Depuy Synthes. “Corail”. (Online). Available : https://www.corailpinnacle.net/sites/default/files/DSEMJRC061606652%20CORAIL%20Platform%20Brochure.pdf, 2020

EndoLab. “Disassembly Forces of Modular Acetabular Devices ASTM F1820”. (Online). Available : https://www.endolab.org/implant-testing.asp?cat1=1&id=22&tab=0&topic=Disassembly%20Forces%20of%20Modular%20Acetabular%20Devices%20ASTM%C2%A0F1820&desc=Hip%20implant%20insert%20push-in%20and%20push-out%20test&key=hip,%20implant,%20implant%20testing,%20certified,%20accredited,%20insert,%20push-in,%20push-out,%20ASTM%20F1820, 2020.

EndoLab. “Fatigue test ASTM F 2580”. (Online). Available : https://www.endolab.org/implanttesting.asp?topic=Fatigue%20test%20ASTM%C2%A0F%C2%A02580&cat1=1&id=28, 2020.

EndoLab. “Femoral head compression test PI-14 / ISO 7206-10”. (Online). Available : https://www.endolab.org/implant-testing.asp?topic=Femoral%20head%20test%20ISO%C2%A07206-10&cat1=1&id=4, 2020.

eOrthopod. “Hemiarthroplasty of the Hip”. (Online). Available : https://eorthopod.com/hemiarthroplasty-of-the-hip, 2020.

"Ilium Bone". (Online). Available : http://orthopedicsurgerysandiego.com/stem-cells/ilium-bone/, 2014.

Mai, Sabine. “Short-stem implants in hip arthroplasty: Summary report of classifications and indications”. (Online). Available : https://mo-journal.com/posts/short-stem-implants-in-hip-arthroplasty-summary-report-of-classifications-and-indications-253, 2015.

Parcells, Bert. “Hip & Knee Book”. (Online). Available : https://hipandkneebook.com/primary-implants, 2018.

Smite-Nephew. “Tandem”. (Online). Available : https://www.smith-nephew.com/professional/products/orthopaedic-reconstruction/hip-reconstruction/tandem/, 2020.

Stryker. “Exeter”. (Online). Available : https://www.stryker.com/us/en/joint-replacement/products/exeter.html, 2020.

TeachMeAnatomy. “Anatomical Planes”. (Online). Available : https://teachmeanatomy.info/the-basics/anatomical-terminology/planes, 2018.

TK Health. “Human Movement”. (Online). Available : https://21tk.wordpress.com/2018/02/20/back-to-basics, 2018.

Today’s OR. “HIP HEMIARTHROPLASTY (UNIPOLAR / BIPOLAR)”. (Online). Available : http://todaysor.com/hip-hemiarthroplasty-unipolar-bipolar/, 2017.

Zimmer. “CPT Hip System”. (Online). Available : https://www.zimmer.co.uk/medical-professionals/products/hip/cpt-hipsystem.html, 2020.

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ศาสตราจารย์ นายแพทย์กีรติ เจริญชลวานิช

วัน เดือน ปีเกิด ๑๕ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๐๗

ประวัติการศึกษา

- แพทยศาสตร์บัณฑิต
  คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล
- วุฒิบัตรศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิกส์
- Diploma of Sport Medicine (FIMS)
- Fellowship in Adult Reconstructive Surgery
  Hennepin Medical Center, University of Minnesota
- AO Fellowship in Pelvis and Hip Surgery
  Inselspital Hospital, Switzerland

ประวัติการทำงานโดยย่อ

- ศัลยแพทย์ออร์โธปิดิกส์
  คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ตำแหน่งปัจจุบัน

- รองคณบดีฝ่ายสร้างเสริมสุขภาพ
  คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล
- รองหัวหน้าภาควิชาศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิคส์และกายภาพบำบัด
  คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล
- หัวหน้าศูนย์ความเป็นเลิศการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเทียม
  คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล
- อาจารย์ประจำภาควิชาศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิคส์และกายภาพบำบัด
  คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล
- ศัลยแพทย์ออร์โธปิดิกส์ ภาควิชาศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิคส์และกายภาพบำบัด
  คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

สรุปย่อ

ลักษณะวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เรื่อง การพัฒนาข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าสำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทย

ผู้วิจัย ศาสตราจารย์ นายแพทย์กีรติ เจริญชลวานิช **หลักสูตร** วปอ. **รุ่นที่** ๖๒

ตำแหน่ง รองคณบดีฝ่ายสร้างเสริมสุขภาพ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

มหาวิทยาลัยมหิดล

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยได้เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุเป็นที่เรียบร้อยแล้ว โดยสหประชาชาติ (United Nation) ได้มีการรายงานว่าประเทศไทยมีประชากรที่อายุมากกว่า ๖๐ ปีคิดเป็นร้อยละ ๑๖.๕ ของประชากรทั้งหมดของประเทศซึ่งมีจำนวนประมาณ ๖๘.๑๕ ล้านคนในปีพ.ศ. ๒๕๕๙ และมีแนวโน้มที่จะเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ คือ มีสัดส่วนผู้สูงอายุต่อประชากรโดยรวมทั้งประเทศมากกว่าร้อยละ ๒๐ ภายในปีพ.ศ. ๒๕๖๔ ซึ่งภาวะสังคมผู้สูงอายุนี้ไม่ได้ส่งผลกระทบแต่เพียงตัวบุคคลหรือครอบครัวเท่านั้น แต่ยังส่งผลกระทบไปในวงกว้างตั้งแต่ระดับชุมชน ประเทศ และในระดับโลก โดยส่งผลกระทบทั้งในเชิงเศรษฐกิจและในเชิงสังคม ดังนั้นภาครัฐและภาคเอกชนจึงให้ความสนใจ และได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์สถานการณ์เพื่อนำไปสู่การวางแผน กำหนดแนวทางเพื่อลดผลกระทบดังกล่าว รวมถึงการออกแบบนโยบายและยุทธศาสตร์ในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของประชากร เพื่อให้การพัฒนาและขับเคลื่อนประเทศดำเนินไปอย่างยั่งยืน

องค์การอนามัยโลก (World Health Organization) เป็นองค์กรหนึ่งที่มุ่งเน้นในการสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องและกระตุ้นให้ประเทศต่างๆ ทั่วโลกวางแผนรับมือภาวะสังคมผู้สูงอายุ ได้เผยแพร่ข้อมูลโดยสังเขปไว้ว่า ความชราทางชีวภาพมักจะมีความสัมพันธ์กับอายุของคน ความเสื่อมโทรมทางสุขภาพที่ปรากฏมากในผู้สูงอายุนั้นไม่ใช่โรคติดต่อ โดยโรคที่เป็นสาเหตุของการเสียชีวิต ได้แก่ โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดสมอง โรคเรื้อรังเกี่ยวกับปอด และโรคที่เป็นสาเหตุที่ทำให้สมรรถภาพร่างกายเสื่อมถอย เช่น อาการปวดหลังปวดคอ โรคซึมเศร้า โรคเบาหวาน โรคสมองเสื่อม และโรคข้อเสื่อม ทั้งนี้ องค์การอนามัยโรคได้แนะนำว่าการดำเนินงานด้านสาธารณสุขให้ครอบคลุมคือการลงทุนที่คุ้มค่าในระยะยาว โดยมุ่งเน้นให้ประชากรสูงอายุกลายเป็นกลุ่มคนที่จะสามารถช่วยเหลือตนเองและสร้างประโยชน์ให้กับสังคมและประเทศต่อไปได้

โรคข้อเสื่อม (Osteoarthritis) เป็นปัญหาที่สำคัญของระบบสาธารณสุขเนื่องจากพบได้มากที่สุดในโรคข้อทั้งหมด เกิดจากที่โครงสร้างของกระดูกอ่อนผิวข้อ (Articular Cartilage)

เปลี่ยนแปลงไป บางรายอาจรวมถึงขอบของกระดูกในข้อ กระดูกใต้กระดูกอ่อนผิวข้อ (Subchondral Bone) และน้ำไขข้ออีกด้วย โดยพบว่าร้อยละ ๘๐ ถึง ๙๐ ของผู้สูงอายุมากกว่า ๖๕ ปี จะเป็นโรคข้อเสื่อม ทั้งนี้ โรคข้อสะโพกเสื่อม (Hip Osteoarthritis) เป็นหนึ่งในโรคข้อเสื่อมซึ่งพบได้มาก เกิดจากกระดูกอ่อนผิวข้อเสื่อมสลายไป ทำให้ผิวข้อสะโพกเสื่อม สึกกร่อน และไม่เรียบ หรือการที่มีหัวของกระดูกต้นขาไม่กลมรับกับเบ้าสะโพกทำให้การเคลื่อนไหวของข้อสะโพกผิดปกติไป จนทำให้เกิดอาการปวดข้อสะโพกตลอดเวลา ข้อสะโพกติด มีเสียงลั่นในข้อ เคลื่อนไหวหรือเดินได้ลำบากหรือไม่สามารถเหยียดข้อสะโพกได้ การตรวจวินิจฉัยด้วยภาพถ่ายทางรังสีจะพบว่าช่องข้อสะโพกแคบลงและไม่สม่ำเสมอ รวมทั้งอาจพบกระดูกงอกหรือถุงน้ำที่หัวของกระดูกต้นขาหรือเบ้ากระดูกสะโพกได้ ทั้งนี้ โรคข้อสะโพกเสื่อมสามารถรักษาโดยการรับประทานยาแก้ปวด เข้ารับกายภาพบำบัด หรือเข้ารับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียม

สำหรับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียม (Hip Replacement) นั้น มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดหายจากอาการปวด และสามารถเคลื่อนไหวได้เป็นปกติ สามารถแบ่งได้เป็น ๒ ประเภท คือ การผ่าตัดเปลี่ยนหัวกระดูกต้นขาและเบ้าข้อสะโพก (Total Hip Replacement) และการผ่าตัดเปลี่ยนเฉพาะส่วนหัวกระดูกต้นขาโดยไม่มีการเปลี่ยนเบ้าข้อสะโพก (Hemiarthroplasty) และทดแทนด้วยข้อสะโพกเทียมซึ่งทำจากวัสดุที่ทนทาน แข็งแรง สามารถรองรับน้ำหนักตัวและทนต่อการสึกหรอได้เป็นอย่างดี ข้อสะโพกประกอบด้วย ๒ หรือ ๓ ส่วนขึ้นอยู่กับประเภทการผ่าตัด ได้แก่ ส่วนหัวของกระดูกต้นขาเทียมมีลักษณะเป็นทรงกลมคล้ายลูกบอล ส่วนก้านสะโพกเทียมซึ่งจะถูกยึดอยู่ในโพรงกระดูกต้นขา และส่วนเบ้าสะโพกเทียมยึดกับกระดูกเชิงกราน โดยวิธีการยึดข้อสะโพกเทียมกับกระดูกมี ๒ วิธี ได้แก่ วิธีใช้ซีเมนต์ยึดกระดูก และวิธีไม่ใช้ซีเมนต์ยึดกระดูก

ทั้งนี้ การผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียมจะมีค่าใช้จ่ายตั้งแต่ ๑๐๐,๐๐๐ บาทถึง ๓๐๐,๐๐๐ บาทต่อข้อ ขึ้นอยู่กับชนิดของข้อสะโพกและการให้บริการของโรงพยาบาลที่ทำการรักษา ซึ่งผู้สูงอายุส่วนใหญ่ที่เข้ารับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียมจะเป็นการรับการรักษาโดยใช้สิทธิการเบิกค่ารักษาพยาบาลประเภทต่างๆ จากกองทุนสวัสดิการของรัฐ เช่น สิทธิหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ สิทธิประกันสังคม และสิทธิสวัสดิการการรักษาพยาบาลข้าราชการ ซึ่งสามารถเบิกจ่ายได้ตามอัตราและงบประมาณที่แต่ละกองทุนได้กำหนดไว้ตั้งแต่ ๑๐,๐๐๐ บาทถึง ๖๕,๐๐๐ บาทต่อข้อ ซึ่งจากรายงานการเบิกจ่ายของกองทุนต่างๆ จะพบว่าในปีพ.ศ. ๒๕๕๙ มีการเบิกจ่ายสูงถึง ๙,๘๒๗ ข้อ คิดเป็นมูลค่าการนำเข้าข้อสะโพกเทียมสูงถึง ๓๗๐ ล้านบาท โดยมีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นอันเนื่องมาจากอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรผู้สูงอายุ แสดงให้เห็นว่าในแต่ละปีประเทศไทยมีการใช้งบประมาณจำนวนมากในการรักษาโรคข้อเข่าเสื่อมในผู้สูงอายุด้วยวิธีการผ่าตัดข้อเข่าเทียม

ดังนั้น เมื่อพิจารณาถึงแนวทางที่องค์การอนามัยโลกได้ให้ไว้ว่าการพัฒนาคุณภาพชีวิตผู้สูงอายุและทำให้ผู้สูงอายุสามารถพึ่งตนเองได้มากขึ้น จะช่วยลดภาระค่าใช่จ่ายตั้งแต่ระดับบุคคล

ครอบครัว ชุมชน และประเทศได้มากขึ้น จึงเป็นที่มาของงานวิจัยฉบับนี้ที่ต้องการที่จะพัฒนาข้อสะโพกเทียมสำหรับผู้สูงอายุ โดยมีเป้าหมายเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ และส่งเสริมให้สามารถผลิตและจัดจำหน่ายข้อสะโพกเทียมขึ้นในประเทศ ทำให้ลดการนำเข้าข้อสะโพกเทียมจากต่างประเทศ ลดต้นทุนในการรักษา ส่งผลให้ผู้สูงอายุสามารถเข้าถึงการรักษาได้มากขึ้น นำไปสู่การพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืนทั้งในเชิงเศรษฐกิจและสังคมต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

๑. เพื่อศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของกระดูกต้นขาและข้อสะโพก และคุณสมบัติของข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าที่มีอยู่ในปัจจุบัน

๒. เพื่อวิเคราะห์และออกแบบนวัตกรรมข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าสำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทย

๓. เพื่อสร้างต้นแบบและพัฒนานวัตกรรมข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าสำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทย

ขอบเขตของการวิจัย

๑. ขอบเขตด้านเนื้อหา

๑.๑ งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาทบทวน ออกแบบ และผลิตต้นแบบข้อสะโพกเทียมแบบฝังในชนิดไม่มีเบ้าที่ใช้ซีเมนต์ในการยึดเกาะกระดูกเท่านั้น

๑.๒ การวิเคราะห์และออกแบบข้อสะโพกเทียมในงานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อให้เหมาะสมกับผู้สูงอายุที่เป็นโรคข้อสะโพกเสื่อมที่แพทย์วินิจฉัยให้ต้องเข้ารับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าที่ใช้ซีเมนต์ในการยึดเกาะกระดูกเท่านั้น

วิธีการดำเนินการวิจัย

ดำเนินการแบบผสมผสานระหว่างการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ในการออกแบบและจำลองคุณสมบัติของข้อสะโพกเทียมด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ ซร่วมกับการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ในการวิเคราะห์คุณสมบัติจากแบบจำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

๑. การศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

๑.๑ ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะทางกายวิภาคของกระดูกต้นขาและข้อสะโพก รวมถึงการผ่าตัดข้อเปลี่ยนข้อสะโพกเทียมจากตำราเรียน ผลงานตีพิมพ์ทางวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

๑.๒ ศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและคุณสมบัติของสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าแบบต่างๆ จากทฤษฎี แนวคิด งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และแหล่งอ้างอิงอื่นๆ

๒. การออกแบบและพัฒนาข้อสะโพกเทียม

๒.๑ ออกแบบและจัดทำแบบร่างข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าแบบ ๒ มิติ

๒.๒ ออกแบบข้อสะโพกเทียมด้วยโปรแกรมวาดแบบ ๓ มิติ และทำการจำลองการใช้งานเสมือนจริงด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite Element Method)

๒.๓ ผลิตต้นแบบข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้า

๓. การเก็บรวบรวมผลการทดสอบ

๓.๑ เก็บรวบรวมผลการทดสอบแบบจำลอง ๓ มิติด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ ได้แก่ ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity) ค่าความทนต่อแรงดึงสูงสุดหรือค่าความเค้นสูงสุด (Ultimate Tensile Strength) ค่าความทนต่อแรงดึงที่จุดคราก (Yield Tensile Strength) และขีดจำกัดความล้า (Fatigue Limit)

๔. การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ทำการวิเคราะห์ผลการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของต้นแบบข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าด้วยวิธีการทางสถิติ

ผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยทำให้ได้การออกแบบส่วนประกอบต่างๆ ของข้อสะโพกเทียม ได้แก่ ก้านกระดูกต้นขา หัวกระดูกต้นขาเทียม หัวกระดูกต้นขาไบโพล่าด้านนอก และหัวกระดูกต้นขาไบโพล่าด้านใน ทั้งในรูปแบบ ๒ มิติและ ๓ มิติ รวมทั้งต้นแบบข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าสะหรับผู้สูงอายุในประเทศไทยขึ้นมา โดยจากการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุและคุณสมบัติเชิงกลเบื้องต้นของข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์พบว่าข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าที่ออกแบบในโครงการนี้มีคุณสมบัติไม่ด้อยไปกว่าข้อสะโพกเทียมชนิดไม่มีเบ้าของบริษัทสไตรเกอร์ซึ่งเป็นที่นิยมใช้อยู่ในตลาดปัจจุบัน

ข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์คุณสมบัติของวัสดุและคุณสมบัติเชิงกลเบื้องต้นจากแบบจำลอง ๓ มิติ ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์เท่านั้น เนื่องจากข้อจำกัดด้านเวลาในการทำการศึกษาวิจัย

สำหรับการศึกษาต่อไปจำเป็นต้องนำต้นแบบที่ผลิตขึ้นไปทดสอบคุณสมบัติเชิงกลในห้องทดลอง จากนั้นจึงนำไปทดสอบสอบการใช้งานสัตว์ ทดสอบการใช้งานในร่างอาจารย์ใหญ่ การทดสอบเชิงคลินิกในผู้ป่วยจริง และการทดสอบอื่นๆ ตามมาตรฐานสากล จึงจะสามารถผลิตเพื่อจัดจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ได้