

ข้อเข่าเทียมแกนเดี่ยวแบบของออร์โทฯ มข. Single-Axis Knee Prosthesis Ortho. KKU. Model

- ประเภท : เครื่องมือ
ประโยชน์หลัก : การรักษาโรค
ความริเริ่ม : เป็นผลงานประดิษฐ์ดัดแปร
ผู้ประดิษฐ์ดัดแปร : วิรุฬห์ เหล่าภัทรเกษม* พ.บ., วว. (ออร์โธปิดิกส์), F.I.M.S., F.I.C.S.
ผู้ร่วมงาน : เจ้าหน้าที่หน่วยกายอุปกรณ์เสริมและเทียม ภาควิชาออร์โธปิดิกส์
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ผลิตต้นแบบ : สมศักดิ์ อินป่า, คาน คนกล้า** และบริษัทสหช่างเกียรติฯ จำกัด
*ภาควิชาออร์โธปิดิกส์และเวชศาสตร์ฟื้นฟู คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
**หน่วยกายอุปกรณ์เสริมและเทียม ภาควิชาออร์โธปิดิกส์และเวชศาสตร์ฟื้นฟู
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Single-Axis Knee Prosthesis-Ortho. KKU. Model

Wiroon Laupattarakasem M.D., F.I.M.S., F.I.C.S.

Department of Orthopaedics and Rehabilitation Medicine, Faculty of Medicine,
Khon Kaen University.

Knee prosthesis is an important component in the fabrication of above-the-knee prosthesis. To overcome problems of high price and difficulty in acquiring various spare parts of imported products, a simplified design of single-axis knee prosthesis (Ortho. KKU. Model) was constructed. This is aimed to accomplish the same significant functions with fewer elements so that it will become less costly but more durable. A total of 15 prostheses have been fabricated in services of Srinagarind and Khon Kaen Provincial Hospitals between 1986-1987; no significant complication or breakdown has been noted by the prosthetists.

ข้อเข่าเทียมเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากในการทำขาเทียมเหนือเข่า แต่เนื่องจากผลิตภัณฑ์จากต่างประเทศมีราคาแพง และจัดหาอะไหล่ลำบาก จึงได้ทำการประดิษฐ์ดัดแปรข้อเข่าเทียมแกนเดี่ยว (แบบของออร์โทฯ มข.) ขึ้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ผลงานครั้งนี้มีความตั้งใจที่จะใช้ส่วนประกอบจำนวนน้อยชิ้นที่สุด ในการทดแทนหน้าที่สำคัญของโครงสร้างทั้งหมด เพื่อให้ราคาต้นทุนถูกลง แต่มีความทนทานมากขึ้น ได้ทำการทดลองใช้ข้อเข่าเทียมผลิตเองแบบนี้มาประกอบเป็นขาเทียม จำนวน 15 ข้าง ในการบริการผู้ป่วยของโรงพยาบาลสรีรวิทยารักษาราชการ และโรงพยาบาลจังหวัดขอนแก่น ในระหว่างปี พ.ศ.2529-2530 ยังไม่พบว่ามีปัญหาแทรกซ้อน หรือการชำรุดที่สำคัญจากการสังเกตติดตามผลของช่วงขาอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

รายละเอียดเกี่ยวกับผลงาน :

1. คุณสมบัติ

ข้อเข่าเทียมเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดส่วนหนึ่งของขาเทียมเหนือเข่า มีหน้าที่หลักคือช่วยในการเหยียดและงอเข่าในจังหวะการเดินและในการนั่ง รวมทั้งการช่วยรับน้ำหนักตัวในช่วงที่เท้าสัมผัสพื้นและในการขึ้น

2. หลักการ

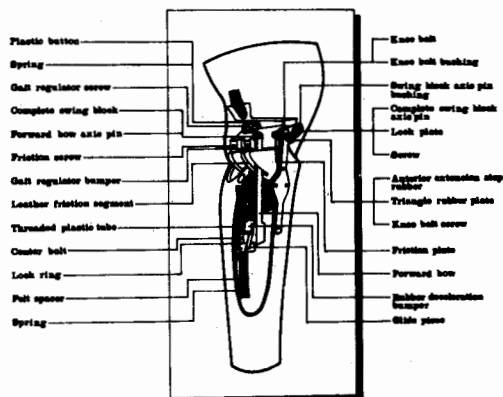
ข้อเข่าเทียมมีหลักการมูลฐานคือ ต้องสามารถเหยียดและงอได้ตามจังหวะในวงจรการเดิน (gait cycle) ซึ่งมีอยู่สองช่วงคือ (1) ช่วงที่ยกเท้าแกว่ง (swing phase) และ (2) ช่วงที่เท้าสัมผัสพื้น (stance phase) ในการเดินด้วยขาจริง ๆ นั้นการจะให้มีความยาวของวงจรและก้าวเร็วช้าเพียงใด จะสามารถควบคุมได้ตั้งใจโดยกล้ามเนื้อต่าง ๆ แต่ในขาเทียมเหนือเข่าชนิดแกนเดี่ยว (single axis) นั้น จะต้องอาศัยการแกว่งตามน้ำหนักของขาเทียม โดยมีสปริงช่วยคิดให้เหยียดงอได้ง่ายขึ้น ร่วมกับการบังคับด้วยดอขาที่เหลื่อ

อยู่ ต่อที่มีขนาดยาวจะมีผลของโมเมนต์ได้เปรียบกว่าต่อที่มีขนาดสั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทรงตัวในช่วงที่เท้าสัมผัสพื้นและรับน้ำหนักตัวในการนี้เพื่อให้ขาที่อ่อนด้อยแกว่งช้าลง ไม่กระตุกและสามารถรับน้ำหนักตัวได้ดีโดยเข่าไม่พับงอ จึงได้มีการคิดอุปกรณ์เพื่อปรับความฝืดของข้อต่อส่วนที่ใช้เหยียดงอไว้ด้วย นอกจากกลไกดังกล่าวนี้แล้ว ปัจจุบันยังมีการพัฒนาข้อเข่าเทียมให้มาใช้ยิ่งขึ้น โดยการเพิ่มส่วนที่ให้ความปลอดภัย (เช่น safty knee) รวมทั้งความสวยงามในรูปแบบและทำเดิน (เช่น hydraulic controlled หรือ polycentric knee)^(1,2) แต่มีข้ออุปสรรคสำคัญที่ทำให้ข้อเหล่านี้ยังไม่ได้รับความนิยมเท่าที่ควรคือ ความมีราคาแพง หาซื้อลำบาก และเมื่อเกิดการชำรุดแล้วจะซ่อมแซมได้ยาก ซึ่งเป็นการไม่สะดวกถ้าหากผู้ป่วยมีขาเทียมไว้ใช้เพียงชุดเดียว

3. ปัญหาที่นำไปสู่การประดิษฐ์ดัดแปร

เนื่องจากมหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นสถาบันที่ตั้งอยู่ในส่วนภูมิภาค ซึ่งการหาซื้อวัสดุอุปกรณ์ ประเภทพิเศษที่ไม่ใช่สินค้าทั่วไปนั้น ต้องดำเนินการด้วยความไม่สะดวก เสียเวลาและมักจะต้องลงทุนสูงกว่าที่ควร ประกอบกับการที่ผู้ป่วยที่ต้องการใช้ขาเทียมนั้นมีจำนวนไม่น้อยที่มีเศรษฐกิจฐานะต่ำ ไม่สามารถเดินทางไปรับบริการในส่วนกลางหรือจ่ายค่าขาเทียมที่มีราคาแพงได้ เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาดังกล่าว จึงได้พยายามประดิษฐ์ดัดแปรข้อเข่าเทียมขึ้นเองโดยการอาศัยผลิตภัณฑ์ของบริษัท Otto Bock รุ่น 3P23/3L11 (รูปที่ 1) เป็นแม่แบบ หลักสำคัญคือต้องใช้วัสดุและเทคโนโลยี ที่จัดหาได้ในท้องถิ่น แต่ให้สามารถทำหน้าที่หลักได้ทดแทนกับแบบเดิมคือ การเหยียดงอโดยมีสปริงช่วยคิด และปรับความฝืดได้ ยิ่งกว่านั้น เนื่องจากส่วนประกอบที่ดัดแปรใหม่มีลักษณะเรียบง่าย จึงคาดว่าจะสามารถมีความทนทานได้มากกว่าแม่แบบจากต่างประเทศ

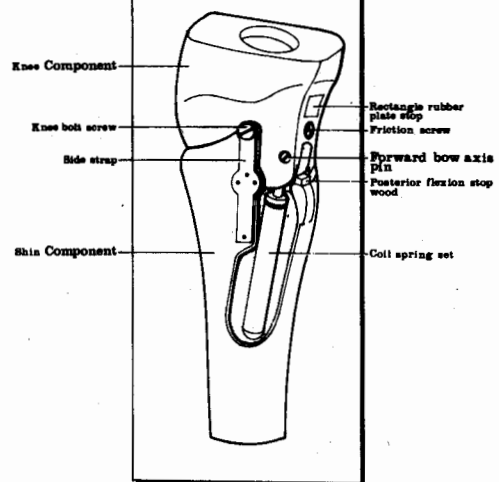
ข้อเท้าเทียมผลิตจากต่างประเทศ (Otto Bock SP 33/SL11)



แสดงโครงสร้างภายใน

รูปที่ 1 ภาพวาดแสดงโครงสร้างภายในของข้อเท้าเทียม ผลิตโดยบริษัท Otto Bock รุ่น 3P23/3L11 (ภาพจากการแสดงนิทรรศการซึ่งอ้างถึงใน หัวข้อการเผยแพร่ผลงาน)

แสดงโครงสร้างภายใน



รูปที่ 2 ภาพวาดแสดงโครงสร้างภายในของข้อเท้าเทียมแกนเดี่ยวแบบของออร์โทฯ มช. (ภาพจากการแสดงนิทรรศการซึ่งอ้างถึงในหัวข้อ การเผยแพร่ผลงาน)

4. ลักษณะทั่วไป

4.1 คุณสมบัติทั่วไป

ก. มีพิสัยการเหยียดงอของข้อเทียมจาก 0 ถึง 100 องศา

ข. มีแรงช่วยเหวี่ยงให้ข้อเหยียดตรงหลังจังหวะ swing through ในช่วงยกเท้าแกว่ง และช่วยเหวี่ยงให้ข้องอสุด เมื่อได้งอไปถึงประมาณ 80-90 องศา

ค. มีกลไกปรับความฝืดให้พอเหมาะ กับช่วงของการยกเท้าแกว่ง และช่วยเพิ่มความมั่นคงในช่วงที่เท้าสัมผัสพื้น

ง. ใช้วัสดุที่ทนการเสียดสี ทนทาน ไม่หนักเกินไปและไม่ส่งเสียงดังในขณะที่ใช้งาน

4.2 ส่วนประกอบหลัก (รูปที่ 2)

ก. ข้อแกนเดี่ยว

- Side straps
- Knee bolt, bushes และ screws

ข. ระบบข้อเหวี่ยง

- Coil spring set
- Forward bow axis pin

ค. ส่วนควบคุมการเคลื่อนไหว

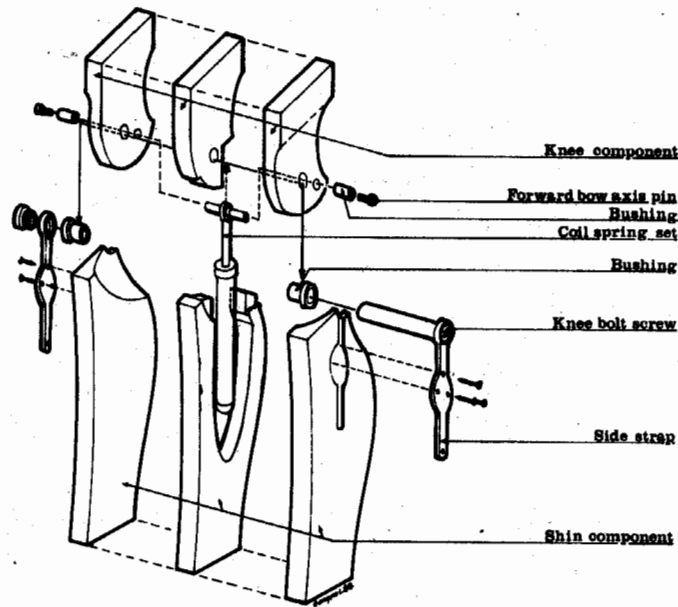
- Friction plate และ screw
- Anterior และ posterior stops (bumpers)

ง. ส่วนเข้าและแฉ่ง (หรือน่อง)

- Knee component
- shin component

4.3 วิธีทำ (โดยสังเขป)

วิธีทำข้อเท้าเทียม “แบบออร์โทฯ มช.” นี้ แบ่งออกเป็นสามขั้นตอนคือ (รูปที่ 3) :-



รูปที่ 3 ภาพวาดแสดงโครงสร้างแยกส่วนในการประกอบเข้าเป็นข้อเข้าเทียมแบบของออร์โทฯ นช.

ก. การทำส่วนประกอบด้านโลหะ ได้แก่ ข้อแกนเดี่ยวและระบบข้อเหวี่ยง ซึ่งส่วนมากจะเป็นการกลึงและเชื่อมตามแบบที่กำหนดไว้วัสดุสำคัญได้แก่ โลหะผสมและสาร polyethylene ใช้ทำ bush และก้นกระบอก coil spring set ซึ่งต้องทนการสึกหรอและไม่ส่งเสียงดังเมื่อขดสีก้น นอกจากนี้ ยังมีขดสปริงเพื่อใช้ติดข้อเหวี่ยงช่วยในจังหวะการเดินดังกล่าวมาแล้ว

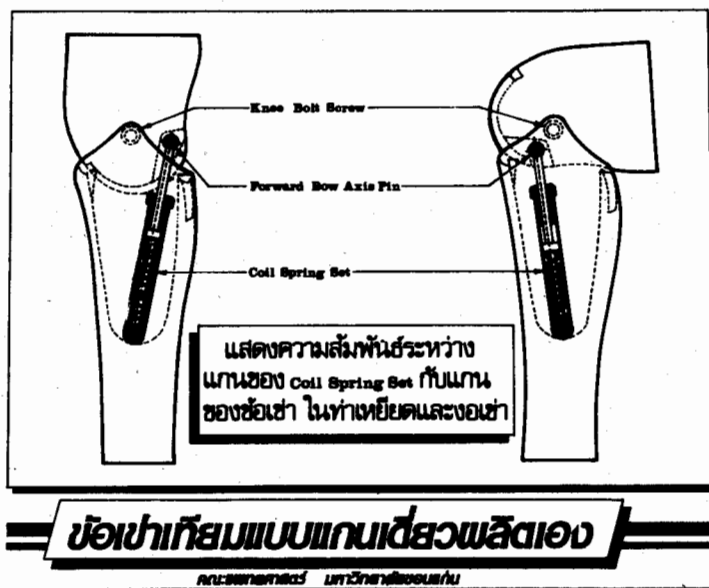
ข. การทำส่วนประกอบด้านไม้ ได้แก่ ส่วนที่เป็นรูปขา (ประกอบด้วยท่อนต้นขา ส่วนปลายและท่อนแข้งส่วนต้น) และแข้ง (หรือน่อง) ซึ่งเป็นโครงสร้างที่ใช้ต่อกับเท้าของตอขาและเท้าเทียม ไม้ที่ใช้ทำคือไม้ยางปลน หรือไม้ขนุนหรือไม้อื่นที่มีเนื้อเหนียวและเบาอาจลดเวลาและประหยัดเครื่องมือในการเจาะเข้าสำหรับใส่ coil spring set และช่องเนื้อที่สำคัญการขยับของส่วนนี้ได้ โดยการใช้ไม้สามแผ่นที่

รวมกันแล้วมีความหนาเท่ากับท่อนไม้ที่ใช้เจาะทำการเลื่อยแต่งชั้นกลางซึ่งเป็นส่วนที่จะต้องเจาะทิ้งเสียก่อนแล้ว จึงใช้กาวยางอัดประกอบไม้ทั้งสามชิ้นนี้เข้าด้วยกันใหม่ และทำการแต่งเคาะโครงภายนอกให้เหมือนแบบของต่างประเทศ

ค. การประกอบให้เป็นข้อเข้าเทียม ได้แก่ การนำส่วนประกอบด้านโลหะและไม้มาประกอบเข้าด้วยกันโดยการตรึง side straps บนด้านนอกทั้งสองของท่อนแข้งส่วนต้นและเชื่อมกันด้วย knee bolt ซึ่งเป็นเพลาสอดอยู่ในท่อนต้นขาส่วนปลาย โดยมี bush รองอยู่เพื่อไม่ให้สีกหรือง่าย และไม่ส่งเสียงดัง ด้านหลังต่อส่วนนี้จะเป็นตำแหน่งของ forward bow axis pin ซึ่งเป็นเพลาที่ให้แกนของ coil spring set มาขึ้นไว้ตำแหน่งดังกล่าวจะเหวี่ยงมาอยู่ทางด้านหน้าต่อแกนของ knee bolt เมื่อข้อเข้าเลข 80-90 องศาขึ้นไป และจะอยู่ทางด้านหลังเมื่อเหยียด

เข้าหรืออไม่เกินมุมดังกล่าว (รูปที่ 4) นอกจากนี้ ยังมีระบบควบคุมการเคลื่อนไหว ซึ่งส่วนหนึ่ง จะเป็นห้ามล้อ (brake) ทำให้เกิดความฝืดกึ่งที่ บนผิวของ knee bolt ด้วยการอัดสกรูให้ปลาย ไปยันกับ friction plate ซึ่งทำจากท่อประปา สังเคราะห์ อีกส่วนหนึ่งเป็นตัวจำกัดพิสัยการ เขยิบของข้อเข้าเทียมโดยมีกันชน (bumper) รองด้วยยางแข็งติดอยู่ตรงตำแหน่งที่ส่วนประกอบ

ทั้งสองท่อนของเข้ามากระทบกัน ความมากน้อย ของแรงสปริงจาก coil spring set สามารถปรับ ได้โดยการหมุนกันเข้าให้สูงหรือต่ำ เพื่อให้ขาด สปริงซึ่งบรรจุอยู่ในกระบอกโลหะถูกอัดหรือ คลายตามความต้องการ เนื่องจากโดยทั่วไปการ ปรับเช่นนี้จะเป็นหน้าที่ของช่างซึ่งไม่ต้องการ ความละเอียดหรือต้องกระทำบ่อยนัก จึงไม่ได้ ติดตั้งกลไกพิเศษให้ปรับจากภายนอก



รูปที่ 4 ภาพวาดแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกนของ coil spring set กับแกนของข้อเข้าในท่าเหยียด และงอเข้า (ภาพจากการแสดงนิทรรศการซึ่งอ้างถึงในหัวข้อการเผยแพร่ผลงาน)

4.4 วิธีใช้

ใช้ประกอบเป็นขาเทียมเหนือเข่าตามหลัก การทำกายอุปกรณ์เทียมแบบ exoskeletal system ทั่วไป เนื่องจากไม่ได้ใส่สลักตรึงในท่าเข้าเหยียด หรือใส่กลไกเพื่อช่วยเพิ่มความฝืดในช่วงลงน้ำหนัก เหมือนเข้าเทียมชนิดปลอดภัย (safty knee) จึงเหมาะสำหรับผู้ป่วยที่มีต้อเข่าค่อนข้างยาว และ กล้ามเนื้อมีความแข็งแรง เพื่อช่วยให้การฝึกเดิน กระทำได้ง่าย

5. คุณสมบัติเด่น

ส่วนประกอบต่าง ๆ มีขนาดค่อนข้างหนา และแข็งแรง เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ของ Otto Bock ซึ่งมีส่วนประกอบบางชิ้นที่บอบบางกว่า และโดยประสบการณ์พบว่าเกิดการล้าได้ง่าย (เช่น ส่วนของ forward bow) นอกจากนี้จำนวนชิ้นส่วน ก็มีน้อยกว่าโดยได้กลั่นกรองเอาเฉพาะส่วนประ- กอบที่มีหน้าที่หลักชัดเจนเท่านั้น (เปรียบเทียบ ระหว่าง รูปที่ 1 และ 2) จึงคาดว่าจะมีความ

ทนทานมากกว่าและมีปัญหาในการซ่อมแซมรวม ทั้งการเตรียมสำรองอะไหล่ น้อยกว่า ตลอดจน ราคาต้นทุนในการผลิตก็ต่ำกว่า (ราคาขาย 2,000 บาทต่อข้างในการผลิตคราวละ 30 ข้าง ที่โรงพยาบาลศรีนครินทร์) แบบของ Otto Bock (ราคาขาย 5,200 บาทต่อข้างที่โรงพยาบาลเลิดสิน)

6. แหล่งที่มาของวัสดุ

วัสดุทุกชนิดสามารถหาซื้อโดยตรง หรือ สั่งซื้อโดยผ่านตัวแทนในจังหวัดขอนแก่นได้

7. สถานที่ผลิต

ส่วนประกอบด้านโลหะ ผลิตตามแบบ ที่กำหนดให้โดยบริษัทสหช่างเกียร้ง แอนด์ เอนจิเนียริง จำกัด อ.เมือง จ.ขอนแก่น

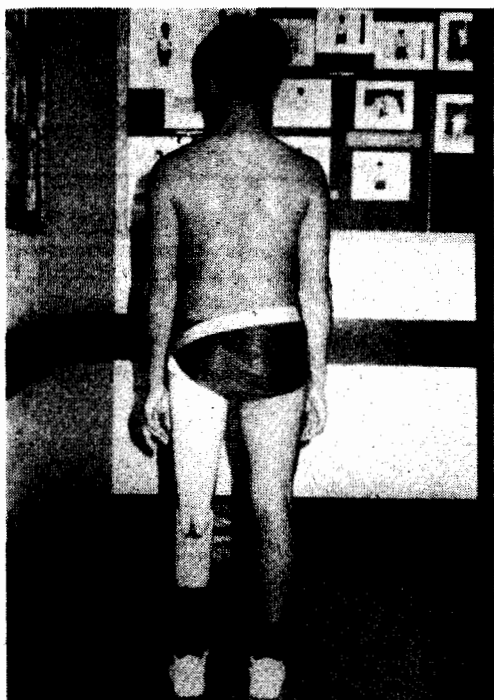
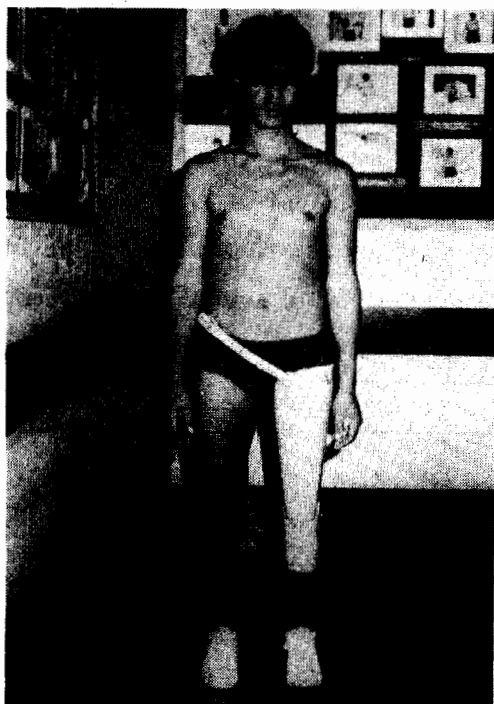
ส่วนประกอบด้านไม้และการประกอบจน สำเร็จ ดำเนินการตามแบบที่กำหนดให้โดยหน่วย กายอุปกรณ์เสริมและเทียม ภาควิชาออร์โท- ปีดิกส์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

8. สถานที่ศึกษาทดลอง

โรงพยาบาลศรีนครินทร์ มหาวิทยาลัย ขอนแก่น และโรงพยาบาลจังหวัดขอนแก่น อ. เมือง จ.ขอนแก่น ได้ทำการประกอบเป็นขาเทียม เหนือเข้า โดยใช้ข้อเข้าเทียมแกนเดี่ยวแบบของ ออร์โท มข. (รูปที่ 5) ตั้งแต่ปี 2529 จนถึง 2530 ทั้งสิ้น 15 ข้าง ไม่พบปัญหาสำคัญในการ ใช้งานและยังไม่มีอาการชำรุดถึงขั้นต้องเปลี่ยน อะไหล่

9. ปัญหาในระหว่างการประดิษฐ์

ปัญหาสำคัญในระหว่างการประดิษฐ์ในแง่ การดำเนินงานคือ เงินทุนที่ใช้สำหรับการทำ ต้นแบบและการศึกษาทดลอง ซึ่งส่วนมากต้อง อาศัยการขอร้องและการใช้เวลาว่างจากงานบริการ ประจำ สำหรับด้านเทคนิคนั้น ลำดับแรกๆ



รูปที่ 5 ภาพถ่ายแสดงลักษณะของขาเทียมเหนือเข้า ซึ่งประกอบขึ้นจากข้อเข้าเทียมแกนเดี่ยว แบบของออร์โท มข. และใช้กับผู้ป่วยใน โรงพยาบาลศรีนครินทร์

การทำเข้าของส่วนเข้าเพื่อให้เป็นที่ยึดของ coil spring set นั้น อาศัยวิธีขุดเจาะซึ่งทำได้ลำบาก และขาดแคลนเครื่องมือที่เหมาะสม จึงให้แก้ปัญหาโดยการแบ่งเป็นชั้นย่อยสามชั้น และใช้วิธีเลื่อยตัดให้เป็นรูปร่างของเข้าเฉพาะชั้นกลางดังกล่าวแล้ว

สำหรับปัญหาที่เข้าแบบที่ประดิษฐ์นี้ยังมิได้เป็น safty knee คือเวลาลงน้ำหนักไม่มีการเพิ่มความฝืดนั้น อยู่ในวิสัยที่สามารถแก้ไขได้โดยวิธีง่าย ๆ ซึ่งกำลังดำเนินการอยู่

10. การจดทะเบียนเป็นเจ้าของกรรมสิทธิ์

กำลังอยู่ในระหว่างการขอสิทธิบัตร

เวลาเกี่ยวกับการประดิษฐ์หรือคิดค้น :

โครงการนี้เริ่มขึ้นเมื่อประมาณปี พ.ศ.2527 และต้นแบบเสร็จสิ้นในปี พ.ศ.2528 แต่ได้ประดิษฐ์ใช้กับผู้ป่วยจริงตั้งแต่ปี พ.ศ.2529 เป็นต้นมา

งบประมาณ :

การผลิตครั้งแรกส่วนหนึ่งเป็นการใช้งบประมาณของคณะแพทยศาสตร์ ประมาณ 800 บาท ในการจ้างผลิตส่วนประกอบด้านโลหะตามแบบที่กำหนด และอีกส่วนหนึ่งเป็นวัสดุที่มีอยู่ในหน่วยกายอุปกรณ์เสริมและเทียม คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การเผยแพร่ผลงาน :

1. การเผยแพร่ทางวิชาการ

1.1 วิรุพห์ เหล่าภัทรเกษม. ข้อเข้าเทียมแกนเดี่ยวผลิตเอง. แสดงในนิทรรศการทางวิชาการเรื่อง 'Appropriate technology (Made in Thailand) in the Faculty of Medicine, KKU.' การประชุมวิชาการประจำปีราชวิทยาลัยศัลยแพทย์

แห่งประเทศไทย ณ เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี 31 กรกฎาคม ถึง 2 สิงหาคม 2528.

1.2 วิรุพห์ เหล่าภัทรเกษม. ข้อเข้าเทียมแกนเดี่ยว : แบบของออร์โทฯ มข. บทคัดย่อประกอบการแสดงนิทรรศการ เรื่อง 'นวัตกรรมทางการแพทย์จากออร์โทฯ มข.-เครื่องมือและวิธีการ' การประชุมวิชาการส่วนภูมิภาคระยะไกล ครั้งที่ 4 สมาคมออร์โธปิดิกส์แห่งประเทศไทย ณ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 6-7 พฤศจิกายน 2529, หน้าที่ 54-8.

1.3 วิรุพห์ เหล่าภัทรเกษม. ข้อเข้าเทียมแกนเดี่ยว : แบบของออร์โทฯ มข. แสดงในนิทรรศการทางวิชาการ เรื่อง 'นวัตกรรมทางการแพทย์ของบุคลากรในคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น' จัดโดยคณะกรรมการส่งเสริมการประดิษฐ์คิดค้นเครื่องมือและวิธีการทางการแพทย์ของบุคลากรใน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ร่วมกับการประชุมวิชาการของคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และแพทยสมาคม ณ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 28-30 ตุลาคม 2530

2. การนำไปใช้ในสาธารณะ

ได้นำไปใช้บริการผู้ป่วยที่ถูกตัดขาระดับเหนือเข่า ที่โรงพยาบาลศรีนครินทร์ จำนวน 7 ข้าง และโรงพยาบาลขอนแก่น จำนวน 8 ข้าง รวมทั้งสิ้น 15 ข้าง ในระหว่างปี พ.ศ.2529-2530 และจะมีการผลิตใช้ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. ดำรง กิจกุลศล. การดัดแขนงขาและแขนขาเทียม. กรุงเทพมหานคร : ยูนิตีพับลิเคชั่น, 2526 : 242-5.
2. ชมรมเวชศาสตร์ฟื้นฟูแห่งประเทศไทย. เวชศาสตร์ฟื้นฟู. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525 : 159-61.