

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

เครื่องช่วยบริหารข้อเท้าแบบไฮบริด

Hybrid Continuous Passive Motion Machine

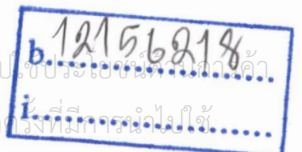


RCH  
TJ  
214.5  
ก 677ค

เลขหมู่.....108245  
เลขทะเบียน.....  
วัน,เดือน,ปี.....18 ส.ย. 2553

โครงการวิจัยงบประมาณเงินรายได้ คณะวิศวกรรมศาสตร์ประจำปีงบประมาณปี2551  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## เครื่องช่วยบริหารข้อเข่าแบบไฮบริด

### บทคัดย่อ

เครื่องช่วยบริหารข้อเข่าแบบไฮบริดเป็นอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ถูกสร้างขึ้น เพื่อใช้ในการทำกายภาพบำบัดข้อเข่าให้กับผู้ป่วยที่เปลี่ยนข้อเข่าเทียม ซึ่งจะช่วยให้ฟื้นฟูสมรรถภาพของกล้ามเนื้อและเอ็นข้อเข่าให้เข้าสู่สภาพปกติ

การทำงานของเครื่องช่วยบริหารข้อเข่าแบบไฮบริด ซึ่งมีการทำงาน 2 โหมด คือ โหมดใช้มอเตอร์ขับเคลื่อน และโหมดใช้แรงคนขับเคลื่อน โหมดขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์มีการขับเคลื่อนสองแบบ แบบตั้งโปรแกรมให้ทำงานอัตโนมัติ และแบบกำหนดเอง โหมดใช้แรงคนขับเคลื่อนจะใช้คันโยกที่ควบคุมการโยกด้วยมือเพื่อกำหนดการทำงาน ซึ่งการทำงานทั้ง 2 รูปแบบนี้จะถูกประกอบเข้ากับชุดเฟืองที่มีความสัมพันธ์กับกลองสไลด์ที่ทำหน้าที่ยกแกนที่ยึดติดกับขาของผู้ป่วย ให้ค่อยๆยกขึ้นจนข้อเข่างอท่ามุมได้ตั้งแต่ 60 องศาถึง 120 องศา



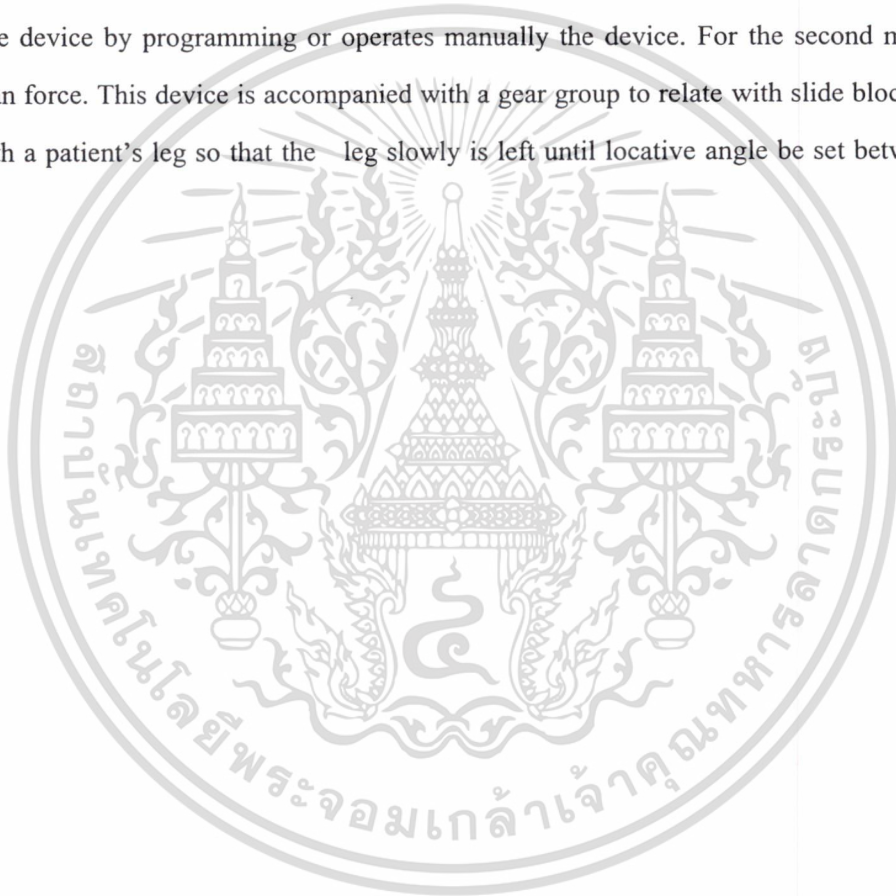
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Hybrid Continuous Passive Motion

### Abstract

Hybrid Continuous Passive Motion (Hybrid CPM) is a medical device used for the purpose of physical rehabilitation of joint knee.

The device functions by 2 modes, motor driving mode and man power driving mode. With the first mode the user can operate the device by programming or operates manually the device. For the second mode, the device is functioned by human force. This device is accompanied with a gear group to relate with slide block to lifting up axis to be connected with a patient's leg so that the leg slowly is left until locative angle be set between 60 degrees to 120 degrees.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประจำปีงบประมาณปี 2551



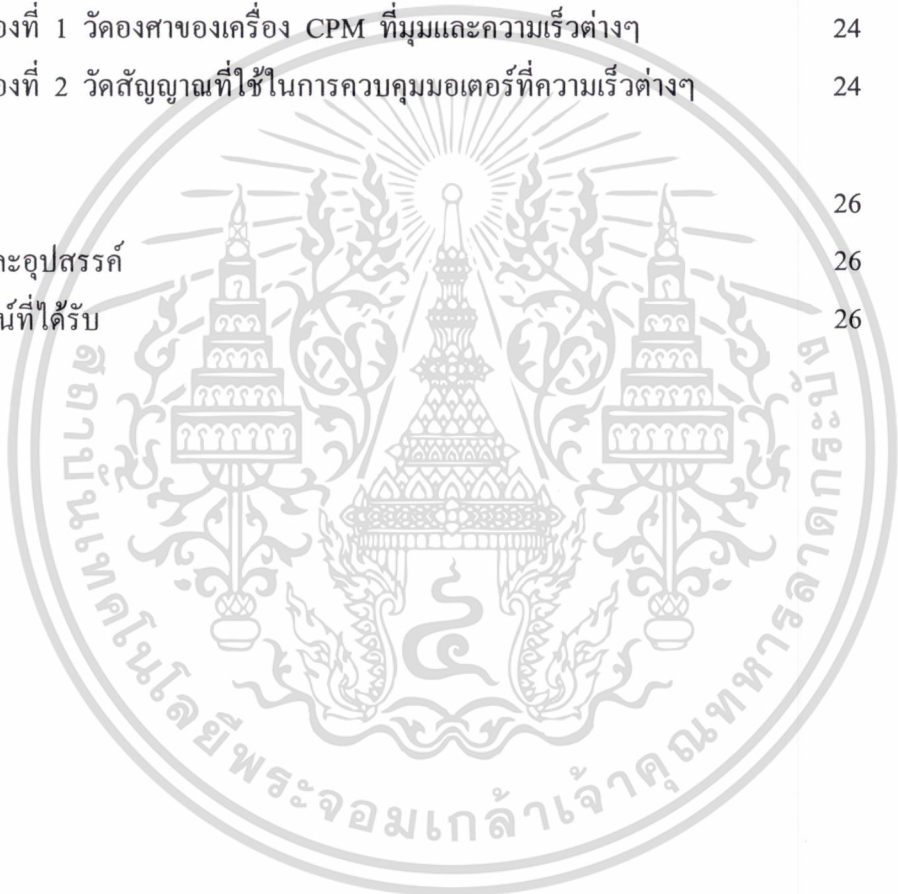
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
Abstract	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1.1 ความเป็นมาของโครงการงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงการงาน	1
1.4 โครงสร้างของรายงาน	1
<b>บทที่ 2 ทฤษฎี</b>	
2.1 กายวิภาคของข้อเข่า	3
2.2 ความมั่นคงของข้อเข่า จากเอ็นใหญ่ 4 เส้น	3
2.3 ความรุนแรงของการฉีกขาดของเอ็น แบ่งได้เป็น 3 ระดับ	4
2.4 รายละเอียดการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเทียม	6
2.5 ส่วนประกอบของข้อเข่าเทียม	7
2.6 ภาวะแทรกซ้อน (Complication)	8
2.7 ความคุ้มค่าของข้อเข่าเทียม (Costeffectiveness of TKA)	11
2.8 ความคาดหวังที่ผู้ป่วยควรปฏิบัติได้	12
2.9 การปฏิบัติตัวทั่วไป	12
2.10 การบริหารข้อเข่าหลังจากกลับจากโรงพยาบาล	13
2.11 การบริหารกล้ามเนื้อและฟื้นฟูสมรรถภาพผู้ป่วย	13
2.12 การผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม (Total Knee Arthroplasty)	14
<b>บทที่ 3 การออกแบบ</b>	
3.1 การสร้างชิ้นงานเบื้องต้น (Parts)	16
3.2. ชิ้นงาน CPM ใช้การสร้างงานแบบโลหะแผ่น Sheet Metal	16
3.3. การออกแบบโดยการใช้ชิ้นส่วนมาตรฐาน	17
3.4. การประกอบชิ้นงาน (Assembly)	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5. การจับคู่เพื่อการประกอบชิ้นงาน	17
3.6. การวิเคราะห์คุณสมบัติชิ้นงานและการนำเสนอชิ้นงาน	17
3.7. การสร้างภาพเขียนแบบฉาย (Drawing)	17
3.8. ภาพชิ้นงานที่ได้ทำการออกแบบด้วยโปรแกรม SolidWorks™	17
3.9. อิเล็กทรอนิกส์และการควบคุมเครื่องช่วยบริหารข้อเข้า	21
3.10. การประกอบเครื่อง	22
<b>บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง</b>	
4.1. การทดลองที่ 1 วัดองศาของเครื่อง CPM ที่มุมและความเร็วต่างๆ	24
4.2. การทดลองที่ 2 วัดสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ที่ความเร็วต่างๆ	24
<b>บทที่ 5 บทสรุป</b>	
5.1. สรุป	26
5.2. ปัญหาและอุปสรรค	26
5.3. ประโยชน์ที่ได้รับ	26
<b>บรรณานุกรม</b>	
<b>ภาคผนวก</b>	



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาของโครงการ

จากสภาวะการณ์ด้าน โภชนาการซึ่งได้รับการปรับปรุงขึ้นมาก ทำให้สัดส่วนประชากรวัยสูงอายุเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ประชากรในวัยนี้มักมีปัญหาด้านสุขภาพกระดูก น้ำหนักตัว โรคอ้วน และที่ตามมาคือ ปัญหาข้อเข่าเสื่อม ซึ่งสุดท้ายในกระบวนการเยียวยาคือการเปลี่ยน ไปใช้ข้อเข่าเทียม ซึ่งจำเป็นเช่นกันกับประชากรในวัยทำงานซึ่งเกิดอุบัติเหตุกับข้อเข่า

การผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม (TKA) คือ การผ่าตัดเอาบริเวณผิวกระดูกที่เสียหายของปลายกระดูก Femur ผิวของกระดูก Tibia และ Patella ออกแล้วใส่ข้อเข่าเทียมที่ออกแบบเฉพาะเข้าไปทดแทน

เมื่อผู้ป่วยได้รับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียมแล้ว ภายหลังจากการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม ร่างกายจะมีการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลง ความยืดหยุ่นตัวลดลง ความแข็งแรงกระดูกลดลง ดังนั้นจึงต้องมีการบริหารข้อเข่าหลังจากกลับจากโรงพยาบาล โดยทำการบริหารกล้ามเนื้อและฟื้นฟูสมรรถภาพของข้อเข่า เพื่อเพิ่มพิสัยในการงอข้อเข่าให้เข้าสู่ภาวะปกติ โดยใช้เครื่องช่วยบริหารข้อเข่า (continuous passive motion ; CPM) ซึ่งลักษณะการทำงานของเครื่องนี้ คือ จะทำการช่วยให้ข้อเข่าของผู้ป่วยมีการเคลื่อนที่เข้าออก ด้วยความเร็วที่ช้าแบบค่อยเป็นค่อยไป ทำให้มีข้อดีที่สามารถให้ผู้ป่วยทำกายภาพบำบัดด้วยตัวเองได้ โดยทำตามคำแนะนำของนักกายภาพบำบัด จึงทำให้สะดวกต่อการรักษา แต่ข้อเสียคือเครื่องช่วยบริหารข้อเข่า (CPM) มีราคาสูงมากในราคาหลักแสนบาท ซึ่งทำให้ผู้ป่วยหลายรายไม่สามารถซื้อเครื่อง CPM ไปใช้งานได้ นอกจากนี้เครื่องช่วยบริหารข้อเข่าที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ มักจะทำงานขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า เมื่อนำไปใช้ในที่กระแสไฟฟ้าไม่เสถียร จะใช้งานไม่สะดวก

เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างเครื่องต้นแบบเครื่อง CPM ราคาถูกกว่า โดยใช้วัสดุที่หาได้ในประเทศ ให้สามารถใช้งานได้ทั้งแบบใช้ไฟฟ้าในการขับเคลื่อนและยังสามารถใช้แรงคนได้ หากระบบไฟฟ้าขัดข้องหรือเพื่อให้ผู้ป่วยออกแรงบริหาร เพื่อฟื้นฟูสภาพกล้ามเนื้อ

### 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาเป็นต้นแบบเครื่องเครื่องช่วยบริหารข้อเข่าแบบไฮบริด (Hybrid Continuous Passive Motion) หรือ HCPM ที่มีราคาถูกและสามารถใช้งานได้

### 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

โครงการนี้ได้ออกแบบ และสร้างวงจรควบคุม รวมไปถึงออกแบบตัวเครื่องช่วยขยับข้อเข่า โดยตัวเครื่องสามารถงอเข่าได้มุม จนถึง 120 องศา และปรับความเร็วได้ต่อเนื่อง

### 1.4 โครงสร้างของรายงาน

รายงานได้รวบรวมทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง การออกแบบสร้าง และทดสอบ เครื่องต้นแบบ โดยแบ่งเป็นบทดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวกับการบาดเจ็บของข้อเข่าและวิธีการรักษา
- บทที่ 3 การออกแบบ จะกล่าวถึง การออกแบบวงจรที่ใช้ในการควบคุมและการออกแบบรูปร่างของเครื่อง
- บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง จะกล่าวถึงการทดลอง และผลที่ได้จากการทดลอง
- บทที่ 5 สรุป และวิจารณ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

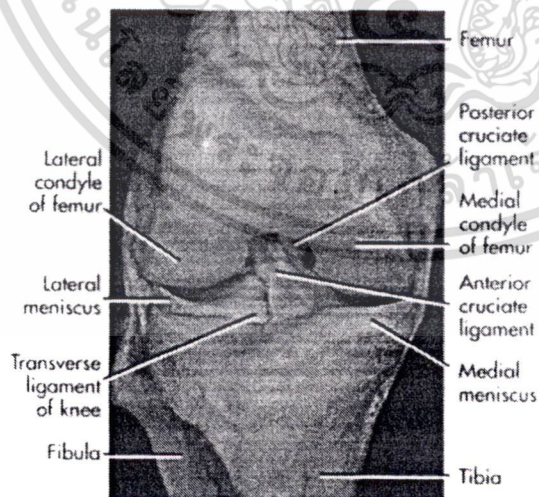
### ทฤษฎี

#### 2.1 กายวิภาคของข้อเข่า

ข้อเข่า ประกอบด้วย กระดูกฟีมอร์ (Femur) กระดูกทibia (Tibia) กระดูกสะบ้าด้านหน้าข้อเข่า (Patella) บริเวณที่กระดูกทั้ง 3 ชิ้น สัมผัสกันจะมีผิวข้อซึ่งเป็นกระดูกอ่อน(Articular cartilage) คลุมอยู่และภายในข้อคลุมด้วยเยื่อข้อ (Synovial membrane) ระหว่างผิวข้อกระดูกฟีมอร์ และกระดูกทibia มีหมอนรองข้อเข่ารูปร่างคล้ายตัว C รองอยู่ทั้งด้านนอกและด้านใน ซึ่งทำหน้าที่ช่วยลดแรงกระแทกบนผิวข้อเข่า และช่วยเสริมความแข็งแรงของข้อเข่า และช่วยให้น้ำหล่อลื่นข้อเข่าไปเคลือบผิวข้อได้ดีขึ้นความมั่นคงของข้อเข่าขึ้นอยู่กับกระดูกฟีมอร์และกระดูกทibia ที่ประกอบเป็นข้อเข่าที่ยังมีลักษณะปกติไม่แตกไม่ทรุด หมอนรองกระดูกข้อเข่าและเอ็นที่ยึดข้อเข่า รวมทั้งกล้ามเนื้อที่อยู่รอบ ๆ ข้อเข่า กล้ามเนื้อที่สำคัญ คือ กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าที่ทำหน้าที่เหยียดข้อเข่า เรียก Quadriceps muscles และกล้ามเนื้อที่อยู่ต้นขาด้านหลัง เรียก Hamstring muscles ถ้าส่วนต่างๆ อย่างใดอย่างหนึ่งเสียไป หรือทำหน้าที่ไม่ได้ตามปกติก็จะเสียความมั่นคงของข้อเข่า

#### 2.2 ความมั่นคงของข้อเข่า จากเอ็นใหญ่ 4 เส้น

1. เอ็นเข่าด้านนอก (Lateral collateral ligament)
2. เอ็นเข่าด้านใน (Medial collateral ligament)
3. เอ็นไขว้หน้า (Anterior cruciate ligament)
4. เอ็นไขว้หลัง (Posterior cruciate ligament)



รูปที่ 2.1 ภาพข้อเข่า(1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เอ็นเข่าด้านนอก, ด้านใน ช่วยป้องกันไม่ให้เข่าหลวมเอียงไปด้านข้าง
- เอ็นไขว้หน้า ป้องกันไม่ให้เข่าหลวม เลื่อนไปด้านหน้า
- เอ็นไขว้หลัง ป้องกันไม่ให้เข่าหลวม เลื่อนตกไปด้านหลัง

อันตรายที่เข่าบิดอย่างรุนแรงหรือภาวะที่ทำให้เข่าเคลื่อนมากกว่าปกติ เช่น ล้ม เสียหลัก ถูกกระแทก เข่าเหยียดจนเอ็นไปทางด้านหลังหรือด้านข้างมากเกินไป จะทำให้เอ็นใหญ่ที่ยึดข้อเข่าฉีกขาดได้ อาจจะมีการฉีกขาดเพียงอันเดียวหรือหลายอันหรือมีการบาดเจ็บร่วมกับผิวข้อแตก, หมอนรองข้อเข่าฉีกขาดร่วมด้วยก็ได้

### 2.3 ความรุนแรงของการฉีกขาดของเอ็น แบ่งได้เป็น 3 ระดับ

- ระดับที่ 1 มีการฉีกขาดภายในเนื้อเยื่อของเอ็น แต่เอ็นยังไม่ยืดยาวหรือขาดให้เห็นชัดเจน
- ระดับที่ 2 เอ็นฉีกขาดบางส่วน
- ระดับที่ 3 เอ็นฉีกขาดแยกออกจากกันทั้งหมด



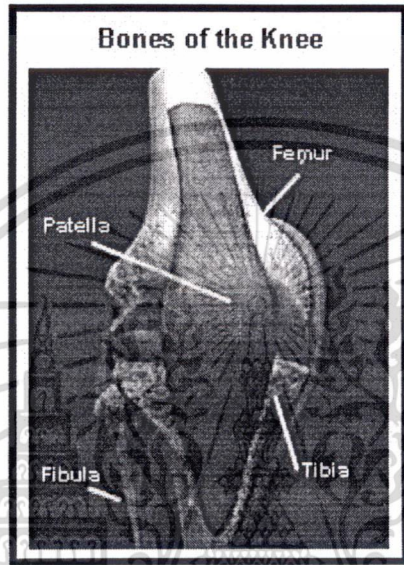
รูปที่ 2.2 ภาพข้อเข่า(2)

ข้อเข่า ควรองศาได้อย่างน้อย 70 องศาจึงจะทำให้ท่าเดินเป็นปกติ ในช่วงที่ลงน้ำหนักบนขาข้างเดียว พบว่าแรงเค้นที่เกิดขึ้นในข้อเข่ามากเท่ากับ 5 เท่าของน้ำหนักตัว ซึ่งนับได้ว่าสูงมากกว่าแรงเค้นที่ข้ออื่นๆ มากมาย นอกจากนี้แรงดึงของกล้ามเนื้อมัดต่างๆ โดยรอบข้อเข่า เพื่อให้ร่างกายทรงตัวอยู่ได้ เพื่อวิ่งหรือขึ้นหรือลงบันได จะยังทำให้แรงเค้นที่ข้อเข่ายิ่งสูงขึ้น เนื่องจากกล้ามเนื้อต้องออกแรงเพิ่มขึ้น ข้อเข่าที่เกหรือโก่งตัว ไม่ว่าจะเกิดจากกำเนิด เป็นผลจากอุบัติเหตุหรือเกิดจากโรคของข้อและกระดูกก็ตาม จะมีผลให้แรงเค้นที่เกิดขึ้นต่อผิวข้อในจุดต่าง ๆ ไม่เท่ากัน และเป็นเหตุให้ข้อเข่าเสื่อมสภาพเร็วกว่ากำหนดอย่างมาก

การศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของข้อเข่า ช่วยให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับรูปร่างและการทำหน้าที่ รวมทั้งความผิดปกติที่เกิดขึ้นได้อย่างถ่องแท้ ข้อเข่าประกอบด้วยกระดูกสี่ชิ้นคือ กระดูกฟิเมอร์ femur หรือที่เรียกว่ากระดูกต้นขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

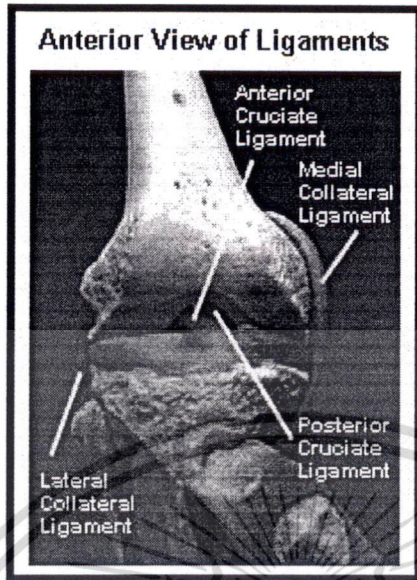
กระดูกทibia หรือที่เรียกว่ากระดูกหน้าแข้ง กระดูกfibula ซึ่งเป็นกระดูกชิ้นเล็กที่อยู่ข้างๆ กระดูกหน้าแข้ง และกระดูกสะบ้า patella ในทำขึ้นปกตินั้นกระดูกทibiaวางอยู่ในแนวตั้งฉากกับพื้น ส่วนกระดูกฟีเมอร์นั้นเบนออกที่ข้อตะโพกเล็กน้อยไม่ได้อยู่ในแนวเดียวกัน ดังนั้นจึงพบได้ว่าข้อเข่าที่ปกตินั้นเกออกเล็กน้อย มิได้ตรงทีเดียวอย่างที่เข้าใจกัน หากมุมที่แนวแกนของกระดูกทั้งสองชิ้นกระทำตอกันน้อยกว่า 7 องศา จัดว่าเป็นความผิดปกติที่เรียกว่าขาโก่ง



รูปที่ 2.3 ภาพกระดูกหัวเข่า

ในขณะที่ข้อเข่างอ จุดหมุนจะเลื่อนไปทางด้านหลังของข้อเข่าโดยอาศัยการไถลตัวของกระดูกทibiaไปทางด้านหลัง ทั้งนี้เพื่อให้กล้ามเนื้อหน้าขาต้องทำงานมากขึ้น จุดหมุนนี้จะเลื่อนกลับมาทางด้านหน้าในขณะที่ข้อเข่าเหยียดพร้อมกับที่แกนหมุนบิดออกตามกระดูกทibia จึงเห็นได้ว่าการเคลื่อนไหวของข้อเข่าซึ่งดูเหมือนข้อพับของบานประตุนั้นไม่ง่ายดังที่คิด และเป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้ข้อเข่าเทียมไม่ทนทาน เพราะการออกแบบไม่สามารถลอกเลียนการหมุนของข้อธรรมชาติได้ทุกประการ แผ่นกระดูกอ่อนรองข้อซึ่งมีอยู่ 2 แผ่นนั้นมีหน้าที่ทำให้เบ้าลึกลงและเป็นตัวกระจายแรงเค้นไปตามผิวข้อบริเวณต่างๆ อย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากแผ่นกระดูกนี้ยึดติดกับกระดูกทibia การเคลื่อนไหวในขณะที่เข่างอและเหยียดจึงเลื่อนตามกระดูกชิ้นนี้เสมอ กระดูกอ่อนทั้งสองชิ้นนี้จึงมีโอกาสได้รับความเสียหายได้มากกว่าข้อเข่าส่วนอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งแผ่นที่อยู่ด้านใน ทั้งนี้เพราะชิ้นนี้ยึดติดกับกระดูกทibia ถึง 3 จุด จึงมีโอกาสถูกส่วนหัวของกระดูกฟีเมอร์บดเข้ากับกระดูกทibia ได้โดยง่าย ผิดกับแผ่นนอกซึ่งยึดกับกระดูกทibia เพียง 2 จุด จึงมีโอกาสเลื่อนพ้นจากการถูกอัดได้ง่ายกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ภาพตำแหน่งหน้าของเอ็น

เนื่องจากหัวกระดูกทibiaที่เป็นเข่านั้นค่อนข้างตัน ข้อเข่าจึงต้องอาศัยความแข็งแรงมั่นคงจากเอ็นยึดข้อและกล้ามเนื้อเป็นสำคัญ เอ็นยึดข้อชั้นในมีขนาดใหญ่และแผ่ออกจากจุดเกาะบนกระดูกฟีเมอร์มายึดตามขอบของกระดูกทibiaขอบด้านหลังจะประสานกับใยของเอ็นหุ้มที่ด้านใน เอ็นยึดข้อชั้นนอกนั้นอยู่ค่อนข้างทางด้านหลังของข้อเข่าและไม่มีส่วนเชื่อมต่อกับเอ็นหุ้มข้อหรือแผ่นกระดูกอ่อนรองข้อ หน้าที่สำคัญของเอ็นทั้งสองชั้นนี้คือ การป้องกันมิให้กระดูกทibiaพลิกตะแคง ในด้านข้างได้เอ็นชั้นในนั้นยังมีส่วนในการป้องกันมิให้ส่วนหัวด้านในของกระดูกทibiaเลื่อนไถลมาด้านหน้าด้วย ส่วนเอ็นชั้นหลังมีหน้าที่ป้องกันมิให้กระดูกทibiaเลื่อนไปทางด้านหลัง ทั้งนี้โดยอาศัยเอ็นซึ่งอยู่ทางด้านนอกมาช่วยเสริมความแข็งแรงทางด้านในด้วยอีกชั้นหนึ่งกระดูกสะบ้าเป็นกระดูกชิ้นเล็กทางด้านหน้าของข้อเข่า ฝังตัวอยู่ในเอ็นของกล้ามเนื้อหน้าขา และมีหน้าที่ช่วยให้กล้ามเนื้อนี้เหยียดข้อเข่าได้โดยไม่ต้องใช้กำลังมากนัก โดยทำให้แนวแรงดึงอยู่ห่างจากจุดหมุนมากขึ้น การตรวจกระดูกสะบ้าโดยใช้มือจับกระดูกชิ้นนี้ให้ดูกับกระดูกฟีเมอร์ หากมีอาการปวดหรือเสียวก็แสดงว่าผิวข้อของกระดูกชิ้นนี้เสื่อม ผู้ป่วยที่กระดูกสะบ้าหลุดบ่อย จะมีอาการตื้อกัวในขณะที่แพทย์ใช้นิ้วดันกระดูกชิ้นนี้ไปทางด้านนอก เพราะเกรงว่าจะหลุดออกไป

2.4 รายละเอียดการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเทียม

เมื่อข้อเข่ามีพยาธิสภาพรุนแรงมากขึ้นจนถึงระดับที่ผิวกระดูกอ่อนถูกทำลายและกระดูกใต้กระดูกอ่อนเริ่มสึกกร่อนจะทำให้ผู้ป่วยทุกข์ทรมานจากการอาการเจ็บปวดมากขึ้น การดูแลรักษาผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมโดยการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม (Total Knee Arthroplasty [TKA]) เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการรักษา เพื่อให้ผู้ป่วยพ้นจากภาวะอาการเจ็บปวดและสามารถกลับไปดำเนินชีวิตประจำวันได้ตามปกติ

/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 ส่วนประกอบของข้อเข่าเทียม

การผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม (TKA) คือ การผ่าตัดเอาบริเวณผิวกระดูกที่เสียของปลายกระดูก Femur, ผิวของกระดูก Tibia และ Patella ออกแล้วใส่ข้อเข่าเทียมที่ออกแบบเฉพาะเข้าไปทดแทน แบ่งเป็นส่วนประกอบใหญ่ๆ 3-4 ส่วน

1. ข้อเข่าเทียมด้านกระดูก Femur (Femoral component) เป็นส่วนประกอบที่เป็นโลหะครอบปลายทั้งหมดของ Femoral condyle ทั้งส่วน Medial และ Lateral มีรูปร่างคล้ายปลายกระดูก Femur โดยมีร่องสำหรับรองรับ Patella และส่วนล่างโค้งเพื่อไปเป็นผิวสัมผัสกับส่วน Polyethylene ด้านล่าง ผิวเป็นมันเงาเรียบเพื่อลดแรงเสียดทานและการสึกหรอ นิยมใช้โลหะผสมของ Chromcobolt เป็นส่วนใหญ่ หรืออาจเป็น Titanium ได้

2. ข้อเข่าเทียมด้านกระดูก Tibia (Tibial component) เป็นส่วนประกอบที่เป็นโลหะตั้งวางอยู่บนฐานกระดูก Tibia อาจจะมีเดือยปักลงไปใน Medullary canal ของกระดูก Tibia ร่วมด้วย ทำหน้าที่กระจายแรงสู่กระดูก Tibia ให้สม่ำเสมอและยึดติดแน่นกับ Polyethylene มักนิยมใช้โลหะ Titanium เป็นส่วนใหญ่และมีบางกรณีที่ใช้ Chromcobolt เช่น กลุ่มที่ทำให้ Polyethylene หมุนบน Tibial component ได้

3. Polyethylene เป็นสารโพลีเมอร์ (polymer) ที่มีลักษณะเป็นพลาสติกที่มีคุณสมบัติพิเศษ มีน้ำหนักโมเลกุลสูงมาก (Ultra High Molecular Weight Polyethylene, UHMWPE) ทำให้ทนทานต่อการสึกกร่อน มีผิวเรียบเป็นเงาเพื่อรองรับส่วนล่างของ Femoral component มีความหนาหลายขนาดให้เลือกใช้ ขึ้นอยู่กับพยาธิสภาพของผู้ป่วยและจะยึดติดกับ Tibial component อย่างแน่นหนาหรือบางกรณีที่ออกแบบให้มีการหมุนของแกน Polyethylene ได้บ้างบน Tibial component

ข้อ 2 และ 3 อาจเชื่อมเป็นชิ้นส่วนเดียวกัน หรืออาจแยกจากกันได้ และ Tibial component อาจใช้เป็น Polyethylene อย่างเดียวโดยไม่มีส่วนของโลหะได้

4. ข้อเทียมด้านกระดูก Patella (Patellar component) มีส่วนประกอบเป็น Polyethylene ที่มีรูปร่างคล้ายผิว Patella สัมผัสกับส่วนหน้าของ Femoral component ทำหน้าที่ทดแทนผิวของกระดูก Patella และเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของการเหยียดข้อเข่าออกในส่วนนี้ถ้าพยาธิสภาพมีไม่มาก เช่น ในกรณีผู้ป่วยที่เป็นข้อเข่าเสื่อมปฐมภูมิ อาจไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนก็ได้

## 2.6 ภาวะแทรกซ้อน (Complication)

### 1. การบาดเจ็บของเส้นเลือดและเส้นประสาท (Neurovascular injury)

การบาดเจ็บของเส้นเลือดเป็นภาวะแทรกซ้อนที่รุนแรงแม้ว่าจะพบได้น้อย มีผลให้ผู้ป่วยอาจสูญเสียอวัยวะหรือพิการได้ อัตราการเกิดพบได้ร้อยละ 0.05 ถึง 0.28 มักพบในผู้ป่วยที่ต้องผ่าตัดแก้ไขเปลี่ยนข้อเข่าซ้ำ (Revision TKA), การทำ Posterior capsulectomy ตัด Capsule ด้านหลังเพื่อยืดให้เข้าเหยียดตรง หรือในขณะที่ทำการตัด Meniscus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออก เมื่อสงสัยว่ามีอาการบาดเจ็บต่อเส้นเลือด ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็น Popliteal artery ควรส่งทำ Angiogram หากพบว่ามีการฉีกขาดของเส้นเลือด ควรรีบปรึกษาให้ศัลยแพทย์หลอดเลือดทำการผ่าตัดเย็บซ่อมหรือตัดต่อด้วย Vein graft

การบาดเจ็บของเส้นประสาท Peroneal พบได้บ่อยที่สุดในอัตราบาดเจ็บต่อเส้นประสาทจากการผ่าตัด TKA มักตรวจพบได้ภายหลังผ่าตัด พบได้ร้อยละ 0.002 ถึง 1.8 มักเกิดในผู้ป่วยที่เป็นโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ หรือผู้ป่วยที่มีความผิดปกติในท่า Flexion ร่วมกับ Valgus เมื่อตรวจพบควรรีบคลาย Compressive dressing ออกแล้วจัดเข้าให้อยู่ในท่าอง ประมาณร้อยละ 50 ของผู้ป่วยจะมีอาการฟื้นคืนได้ของเส้นประสาทอย่างสมบูรณ์ ผู้ป่วยที่เป็น Incomplete palsy จะมีพยากรณ์โรคดีกว่ากลุ่ม Complete palsy และถ้าไม่มีการฟื้นคืนภายใน 2 เดือน ควรผ่าตัด Explore เส้นประสาท

## 2. ปัญหาของข้อ patello-femoral

เป็นภาวะแทรกซ้อนที่พบได้บ่อยที่สุด ภายหลังการผ่าตัด TKA แบ่งได้เป็น 5 ประเภท

Patellofemoral Instability มีการเคลื่อนผิดปกติของกระดูก Patella ผู้ป่วยจะมีอาการเจ็บด้านหน้าเข่าและมีเสียง crepitus เกิดได้จากการเสถียรของกลไกการงอเหยียด (extensor mechanism) เกิดแรงดึงรั้งทางด้านนอกมากกว่าด้านใน หรืออาจเกิดจากรูปแบบของข้อเทียมออกแบบไม่ถูกต้องเหมาะสม ถ้าภาวะนี้ไม่รุนแรงแพทย์ควรแนะนำให้ผู้ป่วยฝึกการบริหารกล้ามเนื้อ Quadriceps หรือใส่เฝือกอ่อนประคองไว้ หากไม่สำเร็จอาจจำเป็นต้องส่องกล้องเข้าข้อเข่า (Arthroscopy) เพื่อตัดพังผืดที่ดึงรั้งออกหรืออาจต้องผ่าตัดจัดแนวแรงของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเข่าให้ตรง

- Patellar fracture พบได้ประมาณร้อยละ 0.3 มักเกิดในผู้ป่วยที่มีกระดูก patella บาง, มีการผ่าตัดเนื้อเยื่อฝังผิดทางด้านนอกมากเกินไปหรืออาจเกิดจากการใส่ผิว patella เทียมหนาเกินไป ถ้าการแตกไม่แยกจากกันมากควรใส่เฝือกอ่อนหรือ Brace ประคองไว้ 6 สัปดาห์ ถ้าผู้ป่วยไม่สามารถเหยียดเข้าได้เองหรือมีการแยกจากกันของการแตก ควรผ่าตัดยึดตรึงกระดูก Patella หรือเปลี่ยน Patellar component ใหม่

- Patellar component failure พบได้ร้อยละ 0.6 ถึง 2 มักเกิดจากการเลือกใช้ Patellar component ที่เสริมโลหะด้านหลัง การรักษาควรผ่าตัดเปลี่ยนใหม่หรือผ่าตัดเอากระดูก Patella ออก

- Patellar clunk syndrome เกิดจากการมีพังผืดไปยึดแน่นใต้ต่อกระดูก Patella แล้วไปสะดุดกับ Femoral component ผู้ป่วยจะมีอาการเจ็บขณะเหยียดเข่าและมีการสะดุดของกระดูก patella รักษาโดยการส่องกล้องและตัดเอาพังผืด ออก

- Extensor mechanism rupture มีการฉีกขาดหรือไม่ต่อเนื่องของกลไกการเหยียดของข้อเข่า ซึ่งอาจเกิดที่บริเวณกล้ามเนื้อ Quadriceps หรือ Patellar tendon ก็ได้ มักพบในการผ่าตัด Revision TKA การคัดงอเข้าผู้ป่วยหลังผ่าตัด TKA อย่างรุนแรง การรักษาสามารถทำได้โดยการเย็บซ่อมโดยตรง ใช้เอ็น Hamstring มาเย็บเสริมหรืออาจใช้ Allograft patellar มาใช้ทดแทน แต่ผลการผ่าตัดแก้ไขให้ผลไม่ดี จึงควรระวังป้องกันไม่ให้เกิดภาวะนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. การติดเชื้อภายหลังผ่าตัด (Infection)

เป็นภาวะแทรกซ้อนที่รักษาได้ยาก สิ้นเปลืองเวลาและค่าใช้จ่ายมาก

- บาดแผลและผิวหนังเกิด Necrosis ถ้าเกิดในชั้นผิวหนังน้อยกว่า 3 ซม. อาจหายเองได้หรือสามารถเย็บปิดได้ ถ้ามากกว่า 3 ซม. อาจต้องใช้ Skin graft มาซ่อม ถ้าเกิดในชั้นลึกอาจเกิดปัญหาข้อเข่าเทียมมีทางติดต่อกับอากาศโดยตรง ต้องรีบทำการผ่าตัด Debridement และทำการโยกย้ายกล้ามเนื้อหรือผิวหนังมาคลุมข้อเข่า ซึ่งอาจนำมาจากกล้ามเนื้อ Gastrocnemius โดยเฉพาะ Medial head

- การติดเชื้อภายในข้อเข่า พบได้ประมาณร้อยละ 1.6 ถึง 2 การรักษาที่ดีที่สุดคือการป้องกัน ควรให้ยาปฏิชีวนะที่ครอบคลุมเชื้อก่อนผ่าตัดเป็นวิธีที่ดี และประหยัดที่สุด สามารถลดอัตราการติดเชื้อภายหลังผ่าตัดจากร้อยละ 10 ก่อนผ่าตัดลงมาถึงร้อยละ 1 ถึง 2 สิ่งแวดล้อมในห้องผ่าตัดต้องสะอาด มีการไหลเวียนของอากาศในแนวตั้ง อุปกรณ์การผ่าตัด เทคนิคและการผ่าตัด ต้องไม่ทำให้เนื้อเยื่อรอบเข่าบวมชอกช้ำมากหรือใช้แสง Ultraviolet จะช่วยลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศได้เป็นอย่างดี

เชื้อที่พบบ่อยที่สุดคือ Staphylococcus species ตามลำดับ ยาปฏิชีวนะที่ใช้ป้องกันควรเป็น First generation cephalosporins หรือในผู้ที่แพ้กลุ่มเพนิซิลิน ควรใช้ Vancomycin การบริหารยาให้ทางเส้นเลือดก่อนผ่าตัด 5 ถึง 10 นาที และให้หลังผ่าตัด 24-48 ชั่วโมง

กลุ่มผู้ป่วยที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อหลังผ่าตัด TKA ได้แก่ ผู้ป่วยโรคไขข้ออักเสบรูมาตอยด์โดยเฉพาะในเพศชาย, ผู้ป่วยที่มีบาดแผลแยกหลังผ่าตัด, มีการซึมของน้ำในข้อจากแผลมากกว่า 6 วัน, ได้รับการผ่าตัดมาก่อน, ผู้ป่วยที่มีน้ำหนักมาก, ได้รับยา สเตียรอยด์, มีภาวะไตวายหรือเบาหวาน

ข้อควรสงสัยว่าผู้ป่วยติดเชื้อหลังผ่าตัด TKA

1. มีอาการปวดบวมของข้อเข่า โดยเฉพาะมีประวัติ หายเจ็บบวมของข้อมาระยะเวลาหนึ่ง
2. มีอาการปวดบวมแดงร้อน
3. มีอาการซึมของน้ำในข้อออกจากบาดแผลเป็นเวลานาน
4. ตรวจพบค่า ESR สูงมากกว่า 30 มม. ต่อชั่วโมงค่า CRP มากกว่า 10 มก./ลิตร
5. มีการเพิ่มขึ้น (uptake) ด้วย Technetium scan
6. การตรวจนับเซลล์จากน้ำเจาะเข่า พบมากกว่า 25,000 เซลล์/ลบ.มม.
7. การเจาะตรวจน้ำจากเข่าข้อพบเชื้อ
8. ภาพถ่ายรังสีตรวจพบการทำลายกระดูกบริเวณผิวที่ติดต่อกับข้อเทียม

หลังการรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การให้ยาปฏิชีวนะเพียงอย่างเดียว ได้ผลสำเร็จน้อยมากประมาณร้อยละ 27 ที่ประสบผลสำเร็จ ควรใช้ในกรณีผู้ป่วยเสี่ยงต่อการผ่าตัดเพื่อเอาข้อเทียมออก และเชื้อที่พบไม่รุนแรง การให้ยาปฏิชีวนะลักษณะนี้จำเป็นต้องให้ตลอดไป ซึ่งอาจก่อให้เกิดการดื้อต่อยา หรือเกิดภาวะ sepsis อย่างรุนแรงได้

2. การผ่าตัดเนื้อเยื่อ และล้างข้อ โดยเก็บข้อเทียมไว้ เป็นการผ่าตัดเพื่อล้างข้อและกำจัด เนื้อเยื่อที่ตายทำในกรณีติดเชื้อชนิด Acute hematogenous ซึ่งจะมีระยะพักตัวประมาณ 48 ถึง 72 ชั่วโมงหรือในกรณีติดเชื้อภายหลังผ่าตัดใส่ข้อเข้าเทียมภายใน 3 สัปดาห์, เชื้อที่พบควรเป็นเชื้อที่ไม่รุนแรง และยังไม่มีการหลวมของข้อเข้าเทียม มีอัตราการสำเร็จของการรักษาประมาณร้อยละ 23 ถึง 55

3. การผ่าตัดล้างข้อเข้าและเอาข้อเข้าเทียมออก ใส่ยาปฏิชีวนะเฉพาะที่ เมื่อตรวจพบว่าปราศจากการติดเชื้อภายในข้อแล้วจึงใส่ข้อเทียมใหม่เข้าไป ผู้ป่วยจะมีการเคลื่อนไหวของข้อได้ อัตราความสำเร็จของการรักษาโดยวิธีนี้สูงถึงร้อยละ 73 ถึง 97

4. การผ่าตัดเอาข้อเทียมออก โดยไม่ใส่ข้อเทียมใหม่เข้าไป ผู้ป่วยจะมีการเคลื่อนไหวของข้อได้ แต่จะไม่มี ความมั่นคง ต้องอาศัยอุปกรณ์พยุงข้อ เลือกใช้วิธีนี้ในกรณีผู้ป่วยมีอายุมากปลายบริเวณปลายกระดูกถูกทำลายมาก

5. การเชื่อมข้อเข้า ทำโดยการผ่าตัดล้างทำความสะอาดเอาข้อเข้าเทียมออกแล้วเชื่อมปลายกระดูกเข้าหากัน ผู้ป่วยจะมีความมั่นคงของขาข้างที่รับการผ่าตัดดีแต่ไม่สามารถงอเหยียดได้ เหมาะใช้วิธีนี้ในผู้ป่วยที่อายุน้อยหรือมีการติดเชื้อซ้ำภายหลังจากผ่าตัด Revision infected TKA อีก

6. การตัดขาข้างที่ติดเชื้อที่รุนแรง ใช้เป็นทางเลือกสุดท้ายในกรณีผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตจากภาวะ Sepsis ทำโดยการตัดกระดูกขาสูงเหนือข้อเข้า จากสถิติพบว่ามีการใช้วิธีนี้รักษาผู้ป่วยติดเชื้อหลังผ่าตัดประมาณร้อยละ 6

#### 4. ข้อเข่าติดแข็งภายหลังผ่าตัด TKA (Stiffness)

ผู้ป่วยไม่สามารถงอข้อเข่าได้ถึง 90 องศา ซึ่งอาจเกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่น มักจะติดเชื้อในข้อเข่า การเลือกใส่ข้อเข่าเทียมที่ไม่ถูกขนาดหรือตำแหน่ง หรือการเกิดเยื่อพังผืดในข้อเข่าที่ผู้ป่วยไม่ได้ฝึกหัด การบริหารหลังผ่าตัด ภายหลังการรักษาควรกระตุ้นให้ผู้ป่วยหมั่นฝึกการงอเหยียดของข้อให้มาก หรือให้นักกายภาพบำบัดช่วยเพื่อบรรเทาอาการปวด ถ้ามากกว่า 2 เดือนแล้วไม่สามารถงอข้อได้มากกว่า 90 องศา อาจพิจารณาตัดข้อเข่า หรือทำการส่องกล้องตัดเนื้อเยื่อพังผืดออก

#### 5. กระดูกหักและข้อเคลื่อน (Fracture and Dislocations)

พบอัตราการเกิดกระดูกหักเหนือข้อเข่า (Supracondylar fracture) ประมาณร้อยละ 0.2 ถึง 1 พบในกรณีผ่าตัดซ้ำ Revision มากกว่าการผ่าตัดครั้งแรก ผู้ป่วยมีภาวะกระดูกพรุน, โรคไขข้ออักเสบรูมาตอยด์ หรือในผู้ป่วยที่มีปัญหาการติดแข็งของข้อเข่าหลังผ่าตัด ในกรณีที่มีการหักแต่เคลื่อนที่ไม่มากและข้อเทียมยังยึดกับกระดูกมั่นคง สามารถนำการรักษาโดยการอนุรักษ์ เช่น ใส่เฝือก แต่หากมีการเคลื่อนที่มาก และข้อเทียมยังมีความมั่นคงอยู่ สามารถผ่าตัดแล้วยึดตรึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระดูกส่วนที่หักด้วย โลหะคานกระดูก เช่น Rush pin, Plate หรือ Nail แต่ถ้ามีการเคลื่อนของกระดูกที่หักมากและข้อเข้าเทียมหลวมจากกระดูก ให้พิจารณาผ่าตัด Revision TKA

ภาวะข้อเข้าเทียมเคลื่อนหลุด มักพบในผู้ป่วยที่รับการผ่าตัด TKA และตัดเอา PCL ออกช่องว่างระหว่างกระดูกในท่าอมีการหลวมมากกว่าในท่าเหยียด ถ้าเคลื่อนออกจากกันไม่มากสามารถดึงให้ข้อเข้าเทียมกลับเข้าที่แล้วได้ผลดี ถ้ามีการเกิดซ้ำหรือเป็นหลายครั้ง ควรพิจารณาผ่าตัดเปลี่ยนพลาสติกกรองระหว่างโลหะให้หนามากขึ้น หรือผ่าตัด Revision TKA

## 6. ภาวะการแข็งตัวในหลอดเลือด (Thromboembolism)

อัตราการแข็งตัวในหลอดเลือดรวมทั้งการเกิด การหลุดลอยของก้อนเลือดไปในกระแสเลือด (Embolism) หลังผ่าตัด TKA ยังไม่มีรายงานจากประเทศไทย พบได้ในต่างประเทศชนิดที่เหนือต่อหัวเข่าร้อยละ 3 ถึง 20 และระดับใต้ต่อเข่าร้อยละ 40 ถึง 88 ทำให้เกิดอัตราตายร้อยละ 2 ผู้ป่วยที่มีภาวะเสี่ยงคือ สูงอายุ, มีน้ำหนักมาก, มีเส้นเลือดขอด (Varicose Vein), สูบบุหรี่, เบาหวาน, ความดันโลหิตสูง, และมีประวัติโรคหัวใจขาดเลือดมาก่อน ผู้ป่วยจะมีอาการปวดบวมบริเวณขาข้างที่รับการผ่าตัด ในกรณีที่เกิด Embolism อาจมีอาการปวดแน่นหน้าอก, หายใจถี่และหมดสติได้ ถ้าสงสัยควรส่งทำ Ultrasonography ชนิด Duplex scan หรือใช้ Pulmonary scan เพื่อตรวจค้นร่องรอยของการอุดตันในเส้นเลือด ซึ่งผู้ป่วยจะไม่เจ็บปวดจากการตรวจ การทำ Venography เป็นวิธีที่ให้การวินิจฉัยที่ถูกต้องที่สุด แต่ผู้ป่วยมักจะเกิดอาการเจ็บขณะทำการตรวจ

การป้องกันภาวะนี้ยังไม่เป็นที่สรุปได้ในปัจจุบันว่าคุ้มค่ากับผู้ป่วยในประเทศไทยหรือไม่ เนื่องจากไม่มีข้อมูลเพียงพอและมีผลเสียจากการให้การป้องกันทุกราย นอกจากนี้ค่าใช้จ่ายแล้วยังพบอัตราการเสียชีวิตหลังผ่าตัดมากสำหรับต่างประเทศมีการใช้ Warfarin , low molecular weight heparin เป็นการป้องกันก่อนผ่าตัดทุกราย ถ้าสามารถวินิจฉัยได้ควรรักษาด้วยยา เช่น Heparin จากนั้นให้ Warfarin 3 ถึง 6 เดือน เพื่อป้องกันการเกิดภาวะ Embolism ร่วมกับการรักษาโดยใช้อุปกรณ์รัดรอบขา Compression stocking หรือใช้ชนิดมีลมกดรัดรอบขา (Intermittent pneumatic compressive) ก็จะช่วยลดอัตราการเกิดปัญหานี้ได้มาก

### 2.7 ความคุ้มค่าของข้อเข้าเทียม (Costeffectiveness of TKA)

ความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์การแพทย์มีมากขึ้นจนถึงปัจจุบัน ส่งผลให้งบประมาณและค่าใช้จ่ายทางด้านสุขภาพเพิ่มขึ้น การผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข้าเทียมเป็นความเจริญก้าวหน้าทางด้านสุขภาพหนึ่งซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการรักษาสูงมาก โดยเฉพาะสำหรับประเทศไทยเนื่องจากวัสดุข้อเข้าเทียมทุกชนิดจำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ การศึกษาความคุ้มค่าของการรักษาโดยผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข้าเทียมจึงมีประโยชน์ต่อการตัดสินใจของผู้ป่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.8 ความคาดหวังที่ผู้ป่วยควรปฏิบัติได้

สองสัปดาห์แรกผู้ป่วยสามารถใช้อุปกรณ์ช่วยเดินฝึกเดินได้อย่างน้อย 50-100 เมตรและสามารถงอข้อเข่าได้ 0-100 องศา และผู้ป่วยควรฝึกการทรงตัวโดยปล่อยเครื่องช่วยพยุงได้ในสัปดาห์ที่ 2-3 สามารถเดินขึ้นบันไดได้โดยการเกาะราวบันไดฝึกการขึ้นลงบันไดในช่วงแรกให้เกาะราวบันไดก่อนจนกว่าจะชินจึงปล่อยราวบันได

ความคาดหวังในช่วง 6 สัปดาห์ถึง 3 เดือนผู้ป่วยสามารถเดินได้โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ช่วยพยุงและผู้ป่วยสามารถงอข้อเข่าได้ 0-120 องศา สามารถช่วยตนเองได้โดยไม่ต้องพึ่งพิงคนอื่น ความคาดหวังหลัง 3 เดือน ผู้ป่วยสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยวิธีการหัดเดินในสระว่ายน้ำและสามารถใช้ชีวิตประจำวันได้อย่างปกติ ผู้ป่วยสามารถเพิ่มพิสัยการเคลื่อนไหวข้อเข่าโดยวิธีการ Self directed passive flexion และฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Quadricps โดยการทำให้ Mini-step up, Mini-knee bend, Straight leg raising เป็นต้น ทำชุดละ 10 ครั้ง 3-5 รอบ ผู้ป่วยสามารถฝึกความทนทานของกล้ามเนื้อ โดยการว่ายน้ำหรือปั่นจักรยานเบาๆ สูงระดับสะโพกและเพิ่มขึ้นวันละ 5 นาทีจนถึง 20-30 นาทีต่อวันและควรออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ

## 2.9 การปฏิบัติตัวทั่วไป

โดยมากผู้ป่วยผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียมมักเป็นผู้สูงอายุร่างกายจะมีการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลง ความยืดหยุ่นตัวลดลง ความแข็งแรงกระดูกลดลง จะต้องระมัดระวังมากยิ่งขึ้น ควรดื่มน้ำมากๆ หรือมีการกระแทกมากเช่นการยกน้ำหนัก การวิ่งด้วยความเร็วหรือการวิ่งและเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็วเพราะอาจทำให้เกิดอาการบาดเจ็บหรือเกิดอุบัติเหตุได้ กิจกรรมในชีวิตประจำวันควรลดการนั่งของพับเพียบหรือนั่งพื้น ถ้าต้องเข้าวัดฟังเทศน์ควรนั่งบนเก้าอี้รวมถึงเวลาอาหาร การทำงานบ้านควรดื่มน้ำมากๆ ที่ต้องมีการยกของหนักหรือการนั่งของเก้าอี้ต่ำ ใช้ไม้ถูพื้นถูบ้าน ยืนล้างจานหรือรีดผ้า ถ้าต้องยืนเป็นเวลานานอาจใช้เก้าอี้ขนาดเล็กหรือไม้รองเท้าสูงประมาณ 15-20 ซม. ยืนสลับข้างกัน ไม่ควรนั่งของซักผ้ากับพื้นใช้เครื่องซักผ้าจะดีที่สุด การออกกำลังกายควรระมัดระวังอุบัติเหตุ ดกกีฬาที่มีการปะทะ กระแทก เกร็ง สามารถออกกำลังกายได้ทุกวัน ที่นิยมได้แก่การเดินเร็ว ขี่จักรยานอยู่กับที่ ว่ายน้ำ รำไท้เก๊ก ซิกง เป็นต้น อย่างน้อยวันละ 15-20 นาที สัปดาห์ละ 3-5 วันไม่ควรออกกำลังกายในวันที่มีแดดร้อนจัดหรือฝนตกพื้นเปียก

## 2.10 การบริหารข้อเข่าหลังจากกลับบ้านจากโรงพยาบาล

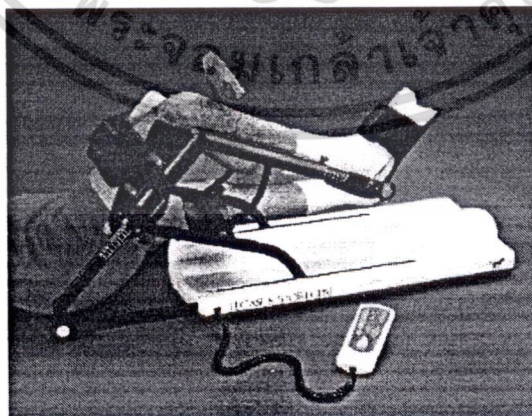
โดยมากการงอข้อเข่าในกิจวัตรประจำวันในท่าเดินขึ้นลงบันไดและการนั่งใช้พิสัยการงอข้อเข่าประมาณ 90 องศาแต่วัฒนธรรมในประเทศไทยผู้ป่วยต้องการพิสัยในการงอข้อเข่ามาก 120-140 องศาเพื่อนั่งพับเพียบหรือขัดสมาธิ ผู้ป่วยจะงอเหยียดเข่าได้มากเพียงใดขึ้นอยู่กับพยาธิสภาพความรุนแรงของโรค พิสัยการงอเหยียดข้อเข่าก่อนผ่าตัด เทคนิคการผ่าตัดและความร่วมมือในการปฏิบัติตัวการทำกายภาพบำบัด โดยมากผู้ป่วยจะสามารถงอได้เท่าเดิมหรือมากขึ้นกว่าก่อนผ่าตัด การบริหารเพื่อเพิ่มพิสัยการงอข้อเข่าการบริหารจึงมีส่วนสำคัญ โดยสามารถทำได้โดยวิธีเดียวกับช่วงการบริหารระหว่างอยู่โรงพยาบาลหรือใช้วิธีการนั่งบนเก้าอี้ลื้อเลื่อนหัดงอข้อเข่า Self-directed passive flexion โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ผู้ป่วยนั่งอยู่บนเก้าอี้ที่มีล้อเลื่อนใช้ขาข้างที่ผ่าตัดขยับโต๊ะ หรือ วัตถุที่ไม่เคลื่อนที่แล้วใช้ขาข้างที่ไม่ได้ผ่าตัด เลื่อนเก้าอี้เข้าหาขอบโต๊ะเพื่อเพิ่มพิสัยของข้อเข่าเท่าที่ผู้ป่วยสามารถทำได้ นอกจากนี้การบริหาร แบบ mini-step up เพื่อเพิ่มกำลังกล้ามเนื้อขาสามารถทำได้โดยการขึ้นขั้นสูงประมาณ 6-8 นิ้วสลับด้านกับด้านที่ไม่ได้ ผ่าตัดไปและ การบริหารแบบ mini-knee bend ทำได้โดยการย่อเข่าลง 40-50 องศาและเหยียดตัวขึ้นยืดตรง

### 2.11 การบริหารกล้ามเนื้อและฟื้นฟูสมรรถภาพผู้ป่วย

หลังผ่าตัดวันแรกภายหลังผ่าตัดส่วนขาของผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดอยู่ภายใต้ Compressive dressing ประมาณ 48-72 ชั่วโมง แล้วนำระบายสายเลือดคั่งออก ถ้าผู้ป่วยมีอาการเจ็บปวดผิดปกติควรรีบปรึกษาแพทย์เนื่องจากการพันผ้า อาจจะทำให้แน่นเกินไปทำให้เกิดความดันที่ขาสูงและทำให้แผลผ่าตัดเกิดปัญหาเป็นถุงน้ำหรือแผลแยก ในกรณีที่ผู้ป่วย ได้รับการระงับความปวดด้วยวิธี epidural morphine หรือ spinal morphine จะมีสายปัสสาวะคาอยู่ประมาณ 48 ชั่วโมงจนกว่าผู้ป่วยจะสามารถปัสสาวะได้เอง ผู้ป่วยจะได้รับยามาเชื้อในกระแสเลือดทั้งก่อนผ่าตัดและหลังผ่าตัด ติดต่อกัน 48 ชม. ผู้ป่วยควรเริ่มการบริหารโดยการกระดกข้อเท้าขึ้นลงบนเตียงและกดข้อพับเข่าให้แนบกับเตียงทำเป็น ระยะเพื่อป้องกันภาวะหลอดเลือดอุดตันลดอาการบวมของปลายเท้า หลังผ่าตัด 48 ชม. ผู้ป่วยอาจมีอาการไข้สูงเนื่องจาก ปอดไม่ขยายตัวและมีไขมันและสารยึดเกาะถูกเข้าสู่กระแสเลือด ควรไข้เตียงนอนสูงประมาณ 45 องศา ผู้ป่วยจะต้อง บริหารการขยายตัวของปอดโดยการเป่า ลูก เครื่องบริหารปอด (inflow) หลังผ่าตัดวันที่สอง ผู้ป่วยควรได้รับการ เปลี่ยนผ้าพันแผลจากแพทย์โดยมากจะมีเลือดเปราะที่บริเวณแผลผ่าตัดเล็กน้อยการทำแผลในวันที่สองเพื่อเปลี่ยน ผ้าพันแผลป้องกันการติดเชื้อและภาวะ Compartment syndrome ในช่วงเวลากลางคืนแพทย์บางท่านนิยมให้ใส่ฝือกยาว รองใต้หัวเข่าในท่าเหยียดเพื่อป้องกันภาวะข้อเข่างอเหยียดไม่สุดในช่วงเวลากลางวันแพทย์บางท่านนิยมใช้เครื่องช่วย ขยับข้อเข่า (continuous passive motion; CPM) เพื่อเพิ่มพิสัยในการงอข้อเข่าผู้ป่วยควรบริหารกล้ามเนื้อรอบเข่าโดยการ ทำ Quadriceps strengthening ได้โดยการกระดกข้อเท้าขึ้นและกดหลังข้อพับเข่าด้านล่างให้แนบกับเตียงผู้ป่วยวันละ 10-15 ครั้ง



รูปที่ 2.5 ภาพแสดงเครื่องช่วยขยับข้อเข่า (continuous passive motion; CPM)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มพิสัยการเคลื่อนไหวข้อเข่าแบบ Self - controlled passive flexion โดยให้ผู้ป่วยนั่งให้ขาข้างที่ผ่าตัดชิดขอบเตียงค่อย ๆ กางขาออกให้ส่วนล่างของขาและเท้าพื้นขอบเตียงนี้ทำหน้าที่จะช่วยถ่วงให้เข่างอลงอย่างช้าๆ โดยมีขอบเตียงพยุงไม่ให้เข่างอมากเกินไปผู้ป่วยสามารถเพิ่มการงอข้อเข่าเท่าที่ไม่เจ็บ

หลังผ่าตัดวันที่สามผู้ป่วยจะได้รับการถอดสายน้ำเกลือและสายสวนปัสสาวะผู้ป่วยจะต้องหัดงอและเหยียดหัวเข่าข้างเตียงและลุกเดิน โดยเครื่องช่วยพยุงสามารถลงน้ำหนักได้บางส่วนหรือลงน้ำหนักเต็มทีขึ้นกับข้อเข่าเทียมที่ใช้ โดยมากถ้าข้อเข่าเทียมใช้สารยึดกระดูกจะสามารถลงน้ำหนักได้เต็มที่ถ้าข้อเข่าเทียมเป็นชนิดไม่ใช้สารยึดกระดูกจะสามารถลงน้ำหนักได้เต็มที่หลังจาก 6 สัปดาห์ การลงเดินโดยใช้เครื่องช่วยพยุงสามารถทำได้โดยการเหยียดขาข้างที่ผ่าตัดเหยียดตรงและใช้ขาข้างที่ไม่ได้ผ่าตัดพยุงขาที่ผ่าตัดลงมาที่พื้นเหยียดขาไปด้านหน้าในเครื่องช่วยพยุง(walker ) หลังจากนั้นใช้ขาข้างที่ไม่ได้ผ่าตัดเหยียดพื้นลุกขึ้นร่วมกับการออกแรงยันที่แขนแล้วจึงลากขาข้างที่ผ่าตัดดลยมาลงน้ำหนักอยู่กับขาข้างที่ดี การก้าวเดินในเครื่องช่วยพยุงให้ก้าวขาข้างที่ผ่าตัดไปก่อน หลังจากนั้นให้ลงน้ำหนักไปที่ขาข้างด้านหน้าแล้วจึงก้าวขาตามมารหัดเดินในระยะแรกควรมีพยาบาลหรือผู้ช่วยดูแลอย่างใกล้ชิด

หลังผ่าตัดวันที่สี่ถึงห้าผู้ป่วยจะสามารถลงจากเตียงเพื่อเข้าห้องน้ำได้ด้วยตนเอง โดยใช้เครื่องช่วยพยุงเพื่อป้องกันอุบัติเหตุผู้ป่วยสามารถเดินออกนอกห้องพักได้แพทย์จะจัดส่งผู้ป่วยไปทำกายภาพบำบัดและหัดเดินโดยใช้ราวและทางเดินยาวในแผนกกายภาพบำบัดในช่วงนี้ถ้าแผลมีการเปราะเปื้อนครวได้รับการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ผู้ป่วยควรหัดงอและเหยียดข้อเข่าเพื่อเพิ่มพิสัยการงอเหยียดข้อเข่า วิธีการหัดการงอเข่าทำได้โดยการนั่งข้างเตียงและใช้ขาข้างที่ไม่ได้รับการผ่าตัดคดขาข้างที่ผ่าตัดลงเพื่อให้งอได้มากขึ้นและในขณะเดียวกันให้ใช้ขาข้างที่ไม่ได้รับการผ่าตัดคดขาข้างที่ผ่าตัดเพื่อให้เหยียดสุดนอกสลับกันนอกจากนี้ผู้ป่วยควรบริหารกล้ามเนื้อต้นขาและกระดูกข้อเท้าขึ้นลงบ่อยๆ

หลังผ่าตัดวันที่หกถึงวันที่สิบผู้ป่วยสามารถลุกเดินได้โดยใช้เครื่องช่วยพยุงในผู้ป่วยที่ได้รับการบริหารอย่างดีก่อนผ่าตัดและมีความแข็งแรงสามารถเดินขึ้นบันไดได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องช่วยพยุงทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับกำลังและสุขภาพของผู้ป่วยแต่ละคนที่ไม่เหมือนกัน อย่างไรก็ตามผู้ป่วยมักจะปล่อยเครื่องช่วยพยุงได้ประมาณ 2-3 สัปดาห์หลังผ่าตัด การบริหารกล้ามเนื้อบนเตียงสามารถทำได้โดยการชันเข่าข้างที่ไม่ได้ผ่าตัดขึ้นเพื่อป้องกันภาวะปวดหลังและใช้หมอนหรือผ้าห่มรองใต้เข่าข้างผ่าตัดสูงประมาณ 15-20 เซนติเมตรและเกร็งเหยียดข้อเข่าและวางลงสลับกัน ถ้าผู้ป่วยแข็งแรงดีและไม่เจ็บบาดแผลให้บริหาร โดยการเหยียดข้อเข่าตรงยกขาสูงลอย 45-60 องศา(straight leg raising exercise) ผู้ป่วยจะได้รับการตัดไหมประมาณวันที่ 10 หลังการผ่าตัดควรป้องกันบาดแผลไม่ให้ถูกน้ำจนกว่าแผลจะหายดีและตกสะเก็ดผู้ป่วยสามารถลงสระว่ายน้ำได้หลังจากผ่าตัด 2 เดือน

## 2.12 การผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม (Total Knee Arthroplasty)

เมื่อข้อเข่ามีพยาธิสภาพรุนแรงมากขึ้นจนถึงระดับที่ผิวกระดูกอ่อนถูกทำลายและกระดูกใต้ กระดูกอ่อนเริ่มสึกกร่อนจะทำให้ผู้ป่วยทุกข์ทรมานจากการอาการเจ็บปวดมากขึ้นการดูแลรักษาผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม โดยการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม (Total Knee Arthroplasty [TKA]) เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รักษา เพื่อให้ผู้ป่วยพ้นจากภาวะอาการเจ็บปวด และสามารถกลับไปดำเนินชีวิตประจำวันได้ตามปกติ  
ความรู้และพัฒนาการด้านการผ่าตัดข้อเข่าเทียมมีความก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วในทศวรรษที่ผ่านมา  
การเรียนรู้วิธีคัดเลือกผู้ป่วย ความรู้ในการเพิ่มสมรรถภาพของข้อเทียม เทคนิคการผ่าตัดและการดูแลรักษา  
ผู้ป่วยภายหลังผ่าตัด ตลอดจนติดตามผลการรักษาในระยะยาวจะทำให้แพทย์เข้าใจและสามารถให้คำแนะนำและ  
รักษาผู้ป่วยโดยการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

### 2.13 บทสรุป

จากการศึกษาทางสรีระของข้อเข่า ทำให้เข้าใจว่าข้อเข่าเป็นอวัยวะที่สำคัญอย่างหนึ่ง ในการเคลื่อนไหวของขา  
การเคลื่อนที่โดยการเดิน วิ่งหรือกระโดดจะเกิดการกระแทกด้วยแรงจำนวนมาก ตามน้ำหนักตัว การเสื่อมสภาพของ  
กล้ามเนื้อบริเวณข้อเข่าตามการใช้งาน โรคบางชนิดและอายุ ทำให้ข้อเข่าเสื่อมสภาพจากการกระแทกของกระดูก ทำให้  
มีอาการเจ็บปวด การรักษาสุดท้ายคือการเปลี่ยนข้อเข่าเทียม ปัญหาอย่างหนึ่งเกิดขึ้นหลังการเปลี่ยนข้อเข่าเทียม คือ  
ภาวะแทรกซ้อน หรือสามารถลดได้โดยการขยับข้อเข่าแบบไม่ออกแรงอย่างต่อเนื่อง หรือ continuous passive motion  
โดยใช้นักกายภาพบำบัด หรือใช้เครื่องช่วยขยับข้อเข่าแบบต่อเนื่อง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### การออกแบบและสร้าง

การออกแบบเครื่องช่วยขยับข้อเข่าแบบไฮบริดจะมีสองส่วนคือส่วนกลไก และส่วนอิเล็กทรอนิกส์ควบคุม ในส่วนกลไกการเขียนแบบเป็นขั้นตอนพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการสร้างชิ้นส่วนต่าง ๆ ขึ้นมา ดังนั้น การเลือกใช้งานซอฟต์แวร์สำหรับการเขียนแบบและออกแบบเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่ง และในการสร้างเครื่องช่วยขยับข้อเข่าแบบไฮบริด นี้ได้ใช้โปรแกรมสำหรับการออกแบบและเขียนแบบที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูงในปัจจุบันนี้ก็คือ SolidWorks™ ในการออกแบบส่วนกลไก

#### 3.1. การสร้างชิ้นงานเบื้องต้น (Parts)

จุดเริ่มต้นของการเขียนแบบและออกแบบ ก็คือการสร้างชิ้นงานเบื้องต้นที่เรียกว่า Part ขึ้นมาก่อน ซึ่ง Part จะเป็นส่วนประกอบพื้นฐานที่จะถูกนำมาประกอบรวมกันกลายเป็นชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่และมีความซับซ้อนขึ้น และถูกนำไปใช้ในการสร้างผลิตภัณฑ์ขึ้นมา

การเปิด โปรแกรม (Start Program)

การสร้างชิ้นงาน (Part) ใหม่

การตั้งค่าหน่วยที่ใช้งานให้เป็นมิลลิเมตร

การสเก็ตซ์ภาพ (Sketch)

การเขียนแบบสี่เหลี่ยม (Rectangle)

การกำหนดขนาดและการเปลี่ยนขนาด (Dimension)

การเพิ่มเนื้อของชิ้นงาน (Extrude)

การสเก็ตซ์ภาพของแกนทรงกระบอก (Boss)

การสร้างรูทะลุโดยการตัด (Cut)

การเจาะรูให้ทะลุ โดยใช้คำสั่ง Extrude Cut

การลบเหลี่ยมและมุม โดยใช้คำสั่ง Fillet

การทำชิ้นงานให้เป็นแผ่นบาง โดยใช้คำสั่ง Shell

การเปลี่ยนขนาดของชิ้นงาน

การแสดงผลภาพตัด Section

การซูม การหมุน การย้าย และการแสดงผลภาพชิ้นงานลักษณะต่างๆ

#### 3.2. ชิ้นงาน CPM ใช้การสร้างงานแบบโลหะแผ่น Sheet Metal

ในงานอุตสาหกรรมที่เป็นงานโลหะแผ่น อย่างเช่น CASE ของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ กระจังรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

หรือแม้กระทั่งงานง่ายๆ อย่างเช่นกล่องรับจดหมาย ทั้งหลายนี้ก็จะมีการออกแบบและเขียนแบบเพื่อให้สามารถนำแผ่นโลหะไปทำการพับขึ้นรูป หรือดำเนินการผลิตในรูปแบบต่างๆ กัน แต่เนื่องด้วยการเขียนแบบคลี่นั้น มีความยุ่งยากสำหรับนักออกแบบ โปรแกรม SolidWorks™ จึงได้มีการสร้างคำสั่งเพื่อใช้สำหรับการออกแบบชิ้นงาน ที่ผลิตจาก โลหะแผ่น ซึ่งสามารถออกแบบชิ้นงานได้อย่างง่ายดายในระยะเวลาอันสั้น

### 3.3. การออกแบบโดยใช้ชิ้นส่วนมาตรฐาน

นักออกแบบอาจจะพบปัญหาในกรณีชิ้นงานย่อยมีจำนวนมาก อย่างเช่น เครื่องจักร มีการใช้สกรูและน็อตเป็นจำนวนมาก ทำให้การเขียนแบบสกรูและน็อตนั้นเป็นการเพิ่มระยะเวลาในการออกแบบ ดังนั้น โปรแกรม SolidWorks™ จึงได้มีการสร้างชิ้นงานมาตรฐานไว้ เพื่อรองรับกับการออกแบบที่ต้องการชิ้นงานมาตรฐานเหล่านั้นเป็นจำนวนมาก ซึ่งผู้ออกแบบสามารถเรียกได้จาก Library ของโปรแกรม อีกทั้งผู้ออกแบบยังสามารถสร้างชิ้นงานมาตรฐานเก็บไว้ เพื่อนำมาใช้งานได้อีกด้วย

### 3.4. การประกอบชิ้นงาน (Assembly)

ชิ้นส่วนย่อยๆ ที่ถูกเรียกว่า Part หลายชิ้นจะถูกนำมาประกอบเป็นชิ้นงานขึ้นเดียวกัน ซึ่งการนำ Part มาประกอบกันนั้นจะถูกเรียกว่าขั้นตอน Assembly และขั้นตอนการประกอบจะสำเร็จลุล่วงได้ต้องอาศัยการออกแบบชิ้นส่วนที่มีความสัมพันธ์กัน และสามารถประกอบเข้ากันได้ด้วยโดยใช้หลักการที่ใช้ในการจับคู่ชิ้นงานเข้าด้วยกัน เป็นหลักการที่มีความสำคัญมาก ซึ่งผลของการจับคู่ประกอบชิ้นงานย่อยนั้น จะส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการทำงานของชิ้นงานประกอบ

### 3.5. การจับคู่เพื่อการประกอบชิ้นงาน

หลักการที่ใช้ในการจับคู่ชิ้นงานเข้าด้วยกัน เป็นหลักการที่มีความสำคัญมาก ซึ่งผลของการจับคู่ประกอบชิ้นงานย่อยนั้น จะส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการทำงานของชิ้นงานประกอบ

### 3.6. การวิเคราะห์คุณสมบัติชิ้นงานและการนำเสนอชิ้นงาน

ก่อนที่ชิ้นงานจะถูกนำไปสร้างเป็นชิ้นงานจริงขึ้นมา โปรแกรม SolidWorks™ จะมีคำสั่งในการวิเคราะห์ชิ้นงาน เพื่อให้ผู้ออกแบบสามารถประเมินและหาจุดบกพร่องของชิ้นงานนั้นๆ ได้

### 3.7. การสร้างภาพเขียนแบบฉาย (Drawing)

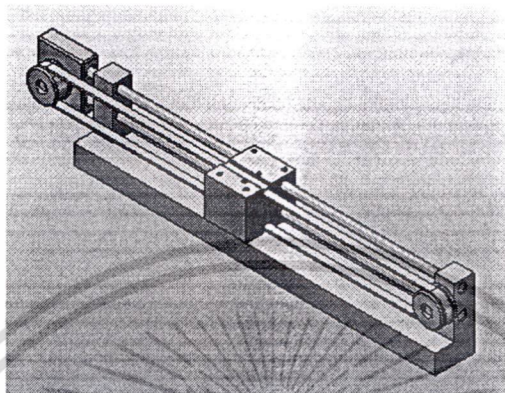
โปรแกรม SolidWorks™ จะมีความสามารถในการช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเขียนแบบภาพฉายได้ง่ายกว่าเดิม ซึ่งหลังจากการเขียนแบบภาพฉายเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้งานก็จะสามารถตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของชิ้นงานได้อย่างละเอียด ซึ่งจะสัมพันธ์กับความถูกต้องของการออกแบบชิ้นส่วน และขั้นตอน Assembly ก่อนทำการสั่งทำชิ้นงาน CPM

### 3.8 ภาพชิ้นงานที่ได้ทำการออกแบบด้วยโปรแกรม SolidWorks™

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
108245  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

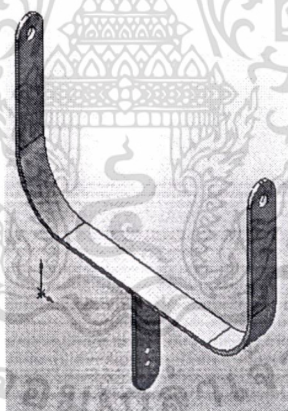
## ชิ้นงานที่สำคัญมีดังนี้

3.8.1 lock Slide เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการยกแกนที่ยึดติดกับชิ้นงานท่อนขา เพื่อยกขาของผู้ที่ได้ทำ  
กายภาพบำบัดทำเป็นมุมมองตามที่เรากำลังต้องการ



รูปที่ 3.1 ภาพชิ้นงาน Block Slide

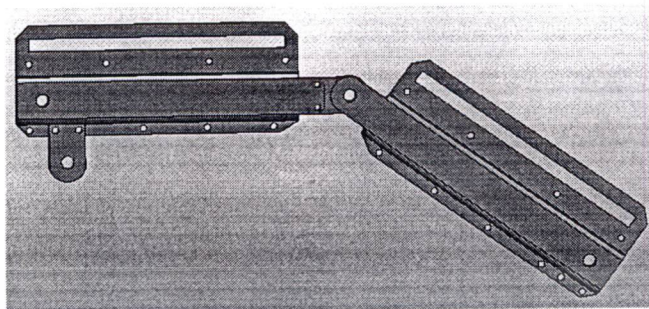
3.8.2 แกน เป็นชิ้นงานที่อยู่ระหว่าง Block Slide กับ ชิ้นงานท่อนขา เพื่อใช้ยึดชิ้นงานทั้งสอง ให้มีการเคลื่อนที่  
สัมพันธ์กันตามการเลื่อนBlock Slide ในแนวราบ



รูปที่ 3.2 ภาพชิ้นงานแกน

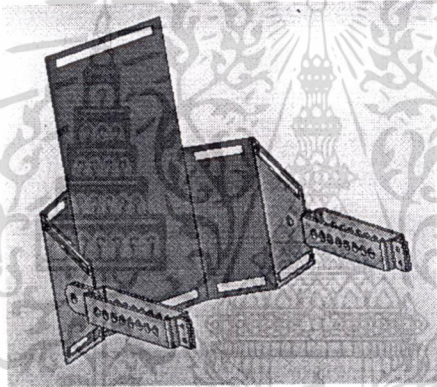
3.8.3 ชิ้นงานท่อนขา เป็นชิ้นงานที่ทำขึ้นมา เพื่อใช้เป็นส่วนที่รองรับขาของผู้ที่ทำกายภาพบำบัด โดยจะมีผ้าที่  
ลอดผ่านช่องที่เตรียมไว้สำหรับรองรับขาของผู้ที่ทำกายภาพบำบัด โดยสามารถปรับขนาดตามความยาวของขาของผู้ที่  
ทำกายภาพบำบัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



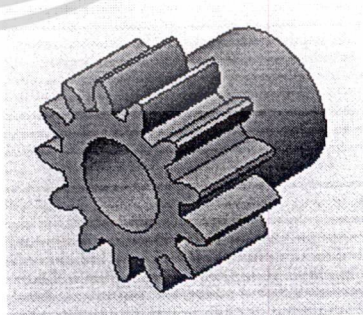
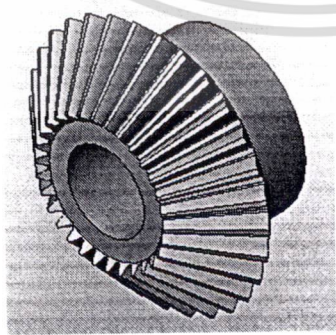
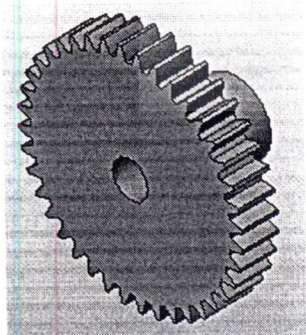
รูปที่ 3.3 ภาพชิ้นงานท่อนขา

3.8.4 ที่รองส้น เป็นชิ้นงานที่ใช้สำหรับรองรับส้นขาของผู้ที่ถ่ายภาพขาบ่าวด โดยจะมีผ้าที่ทำการสอดเข้าช่องที่เตรียมไว้เพื่อทำการรองรับส้นขา



รูปที่ 3.4 ภาพชิ้นงานที่รองส้น

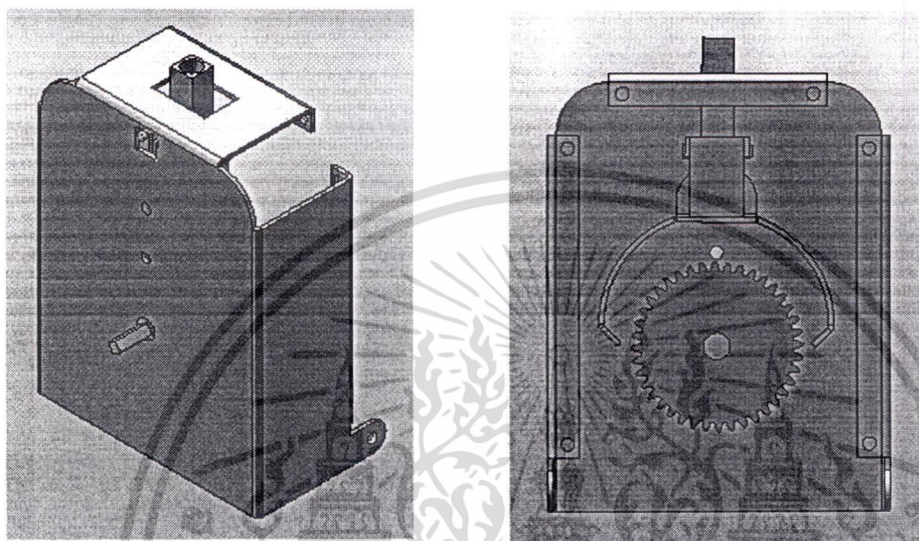
3.8.5 เฟือง เป็นชิ้นงานที่ทำหน้าที่ในการเชื่อมความสัมพันธ์ของระบบต่างที่ไม่สัมพันธ์กันให้มีความสัมพันธ์กันขึ้น ตัวอย่างเช่น ใช้ยึดติดกับมอเตอร์ที่ทำการหมุนเพื่อเลื่อน Block Slide ให้เลื่อนไปโดยมีเฟืองทำหน้าที่เชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างมอเตอร์และBlock Slide



รูปที่ 3.5 ภาพเฟือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

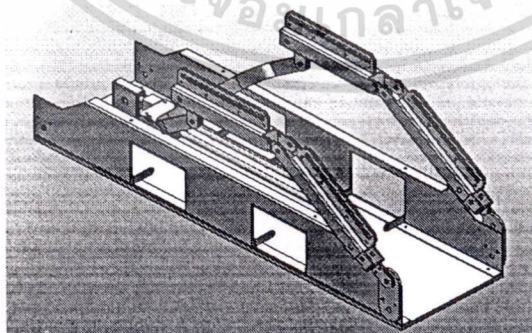
3.8.6 ชิ้นงานส่วนคันโยกรวมกับส่วนล็อกเฟือง ทำหน้าที่ในการป้องกันการไหลย้อนกลับ เมื่อทำการโยกคันโยกถึงจุดๆหนึ่งแล้วทำการปล่อยมือ จากนั้นหนักของขาผู้ที่ทำการกายภาพบำบัดอาจทำให้มีการไหลย้อนกลับอย่างรวดเร็วขณะปล่อยคันโยก อาจทำให้ผู้ที่ทำการกายภาพบำบัดนั้นบาดเจ็บที่ข้อเข่าได้



รูปที่ 3.6 ภาพชิ้นงานส่วนคันโยกรวมกับส่วนล็อกเฟือง

### 3.8.7 โครงสร้างเครื่องช่วยขยับข้อเข่าประกอบใน SolidWorks™

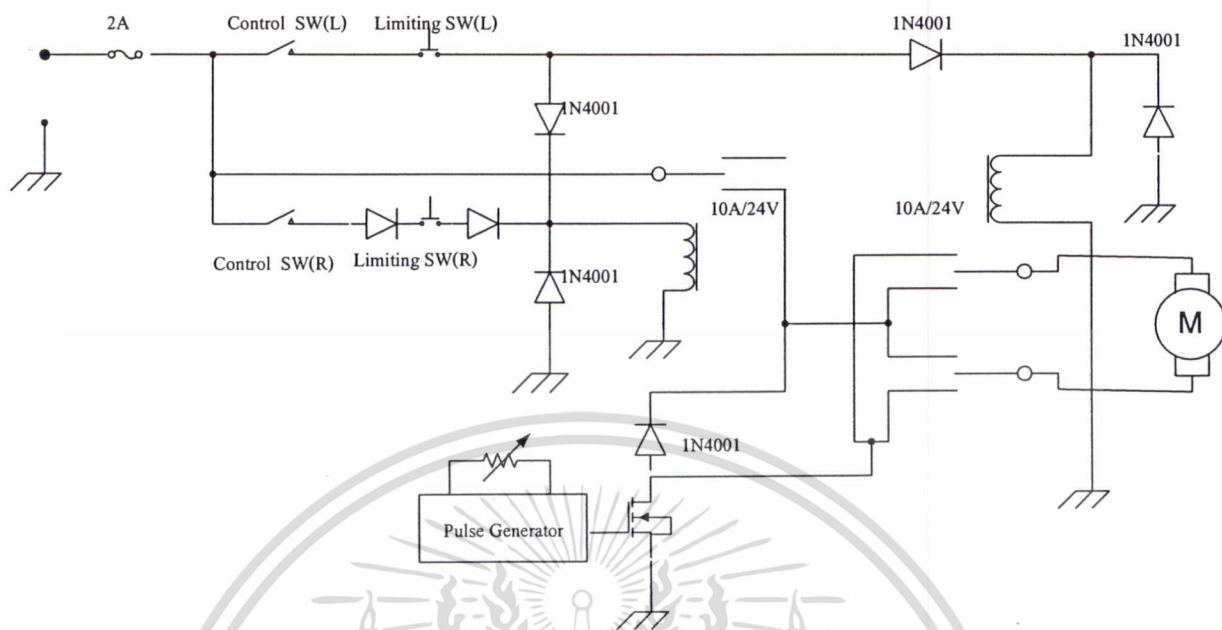
จากการประกอบชิ้นงานส่วนต่างๆที่ได้ออกแบบเข้าด้วยกันในโปรแกรม SolidWorks™จะได้โครงสร้างส่วนกลไกดังแสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.7 ภาพ เครื่องช่วยขยับข้อเข่าที่เขียนแบบบน SolidWorks™

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

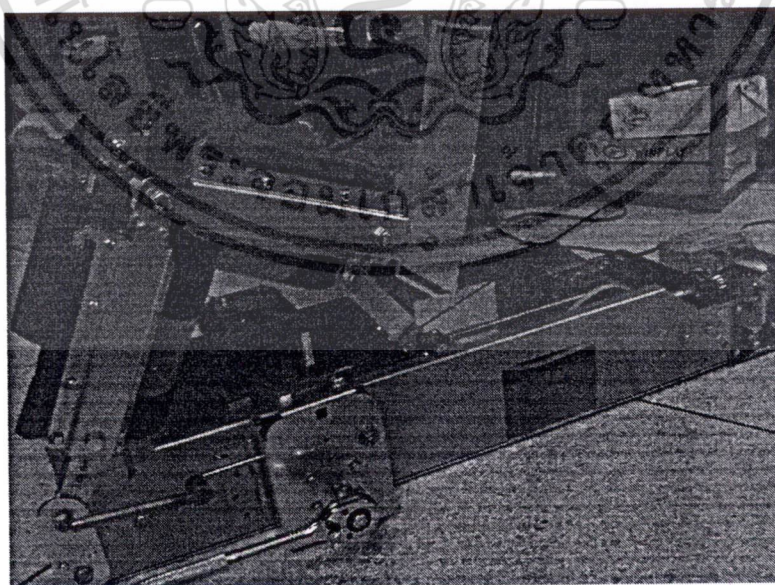




รูปที่ 3.9 ระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมมอเตอร์

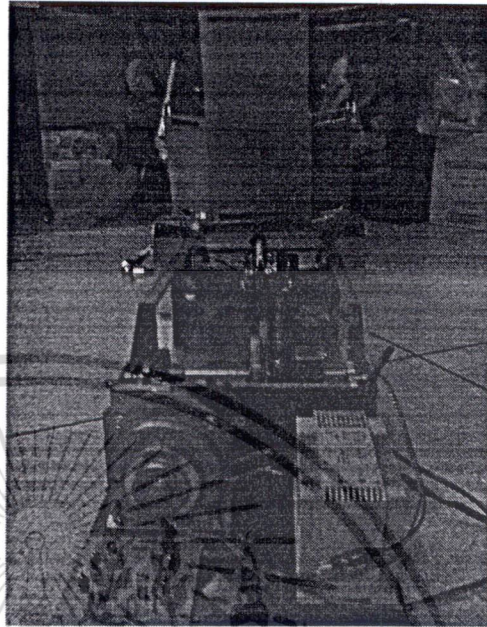
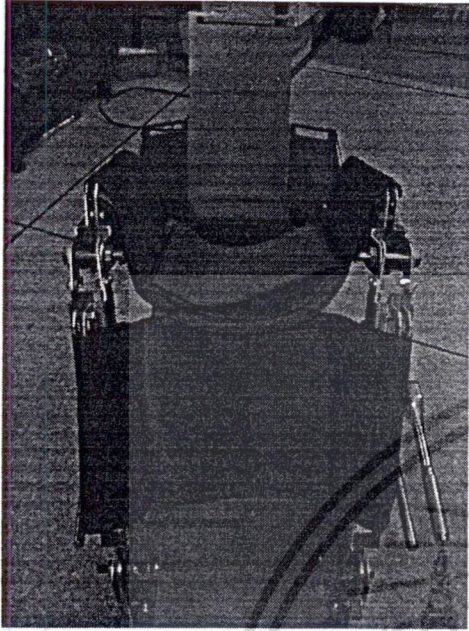
### 3.10 การประกอบเครื่อง

การประกอบส่วนกลไกใช้ประกอบด้วยน็อตและโบลต์ ใช้สายพานขับเคลื่อนผสมกับเฟือง ส่วนรองรับขา ใช้น้ำหนัก ส่วนมอเตอร์และส่วนควบคุม ใส่วาล์วแยกส่วนจากส่วนกลไก เมื่อต้องการใช้สามารถประกอบเข้ากับส่วนกลไกด้านท้าย ส่วนประกอบของเครื่องแสดงได้ดังรูปที่ 3.10

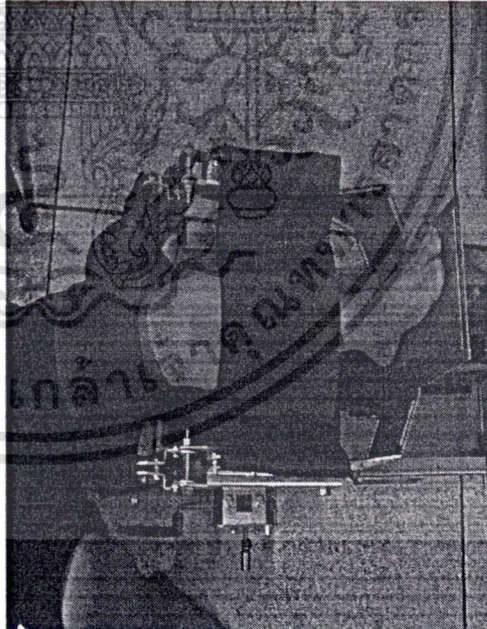
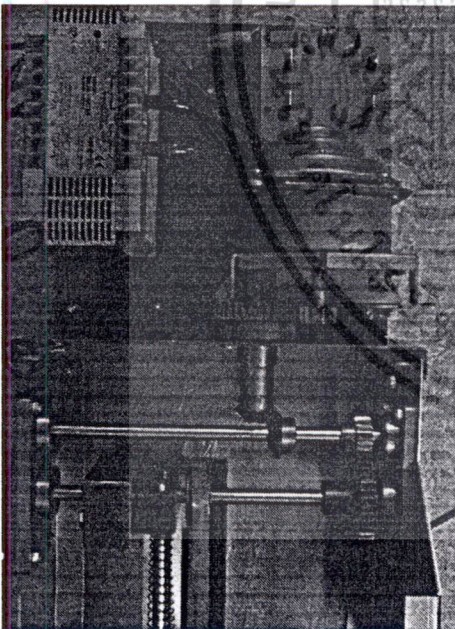


รูปที่ 3.10 ก. เครื่อง HYBRID CONTINUOUS PASSIVE MOTION หลังประกอบเสร็จสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 ข. ด้านหน้าของเครื่อง (ซ้าย)และด้านหลัง (ขวา)



รูปที่ 3.10 ข. ส่วนขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์เมื่อประกอบเข้ากับกลไก (ซ้าย)และเมื่อทดสอบกับคนปกติ (ขวา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การทดลองและผลการทดลอง

#### 4.1 การทดลอง 1 วัดองศาของเครื่อง CPM ที่มุมและความเร็วต่างๆ

##### ตารางที่ 1 ทดลองการทำงานของเครื่องที่มุม $60^{\circ}$

ความเร็ว	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	ERROR
ช้า	61.20	61.35	60.68	62.10	61.00	61.27	2.11 %
เร็ว	62.35	63.80	62.68	63.48	63.50	63.16	5.27 %

##### ตารางที่ 2 ทดลองการทำงานของเครื่องที่มุม $90^{\circ}$

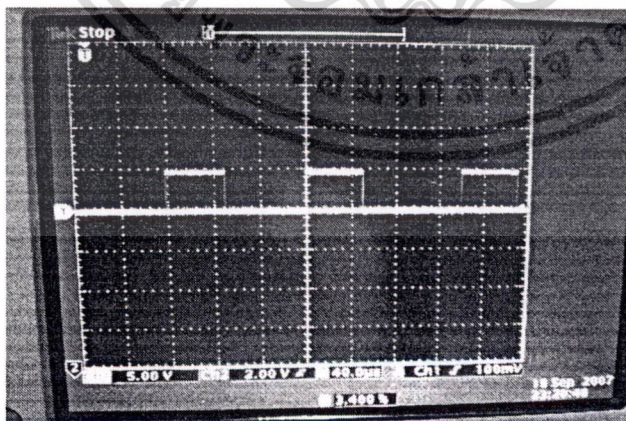
ความเร็ว	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	ERROR
ช้า	91.54	91.44	92.34	92.00	91.88	91.84	2.04 %
เร็ว	92.74	92.66	93.23	93.34	92.66	92.93	3.25 %

##### ตารางที่ 3 ทดลองการทำงานของเครื่องที่มุม $120^{\circ}$

ความเร็ว	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	ERROR
ช้า	122.90	120.10	120.24	121.77	121.00	121.20	1.00 %
เร็ว	120.60	124.44	122.86	122.26	122.46	122.54	2.12 %

#### 4.2 การทดลองที่ 2 วัดสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ที่ความเร็วต่างๆ

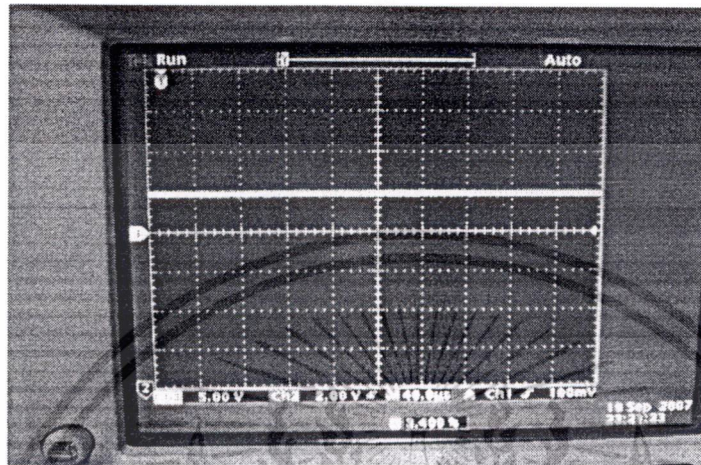
##### 4.3.1 สัญญาณควบคุมความเร็วต่ำ



รูปที่ 4.1 ภาพสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ความเร็ว SLOW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.3.2 สัญญาณควบคุมความเร็วสูงสุด



รูปที่ 4.2 ภาพสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ความเร็ว FAST

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### บทสรุป

#### 5.1 สรุป

ในรายงานได้กล่าวถึงปัญหาด้านสาธารณสุขสำคัญที่เกิดกับสังคมของผู้สูงอายุ และผลพวงจากอุบัติเหตุ ได้แก่ โรคข้อเข่าเสื่อม การเปลี่ยนข้อเข่าเป็นการเยียวยาขั้นสุดท้าย ซึ่งผู้ป่วยซึ่งได้รับการเปลี่ยนข้อเข่า จำเป็นต้องได้รับการ บริหารข้อเข่าโดยการขยับข้อเข่าอย่างต่อเนื่องหลังการเปลี่ยนข้อเข่าเทียมเพื่อไม่ให้เกิดการเกาะตัวของพังผืด อุปกรณ์ที่ช่วยให้การขยับข้อเข่าอย่างต่อเนื่องเรียกว่าเครื่อง Continuous Passive Motion (CPM) ซึ่งที่ใช้กันส่วนใหญ่ตาม โรงพยาบาลเป็นเครื่องนำเข้าจากต่างประเทศ ใช้ไฟฟ้าเป็นพลังงานขับเคลื่อน ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบเครื่องช่วยบริหารข้อ เข่าแบบที่สามารถใช้ได้ทั้งไฟฟ้าและแรงคนอย่างใดก็ได้ ซึ่งผลพลอยได้อย่างหนึ่งคือ สามารถเป็นเครื่องช่วยบริหารข้อ เข่าแบบ active โดยผู้ป่วยต้องออกแรงขยับข้อเข่าด้วยการฟื้นฟูสมรรถภาพของกล้ามเนื้อเมื่อผ่านไปช่วยเวลาหนึ่ง แล้ว

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าเครื่องช่วยบริหารข้อเข่าที่ได้ทำการสร้างและออกแบบ เมื่อนำมาใช้งานจริงจะ สามารถใช้งานได้ที่ออกแบบไว้

#### 5.2 ปัญหาในการสร้างและใช้งาน

##### 5.2.1 ส่วนกลไก

1. มีการลองผิดลองถูกกับการออกแบบชิ้นงานมากเนื่องจากไม่เคยใช้โปรแกรมนี้ ซึ่งในการออกแบบนั้นต้อง ออกแบบกำหนดให้ค่าตัวเลขของขนาดชิ้นงานมีค่าที่แน่นอน เพราะมีผลต่อขั้นตอนการประกอบชิ้นงานมาก ถ้ากำหนด ขนาดผิดแม้แต่หนึ่งเดซิเมตรก็ไม่สามารถประกอบชิ้นงานได้

2. น้ำหนักของส่วนกลไกมาก ไม่สามารถยกด้วยคนคนเดียวได้ เป็นอุปสรรคต่อการใช้งาน

##### 5.2.2 ระบบอิเล็กทรอนิกส์

ระบบอิเล็กทรอนิกส์ ยังเป็นแบบง่าย เนื่องจากเน้นการใช้งานแบบง่าย ๆ ทำให้ยังขาดฟังก์ชัน การใช้งานแบบ โปรแกรมได้ซึ่งให้ความสะดวกต่อการใช้งานมากขึ้น

#### 5.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

เครื่องบริหารข้อเข่า ที่ได้ออกแบบสร้างขึ้นนี้ ช่วยทำให้ทราบปัญหาในการ ออกแบบและใช้งานเครื่องมือ แพทย์ด้านเวชศาสตร์ฟื้นฟู เนื่องได้นำไปใช้งานจริงที่โรงพยาบาลนพรัตน์ราชานีกกรุงเทพมหานคร ต่อหน้าแพทย์ พยาบาลและนักกายภาพบำบัด ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากในการปรับปรุง พัฒนาเครื่องมือทางการแพทย์ในสาขานี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

1. ทวีศักดิ์ ศรีช่วย, โซลิดเวิร์ค แฮนด์บุค (SolidWork Handbook) : คู่มือสำหรับผู้ใช้งาน SolidWorks ฉบับสมบูรณ์, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2549, 424 หน้า
2. [http://www.bangkokhealth.com/ortho\\_htdoc/ortho\\_health\\_detail.asp?Number=9360](http://www.bangkokhealth.com/ortho_htdoc/ortho_health_detail.asp?Number=9360)
3. <http://www.wara.com>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก

1. รายงานความก้าวหน้าของโครงการ
2. โปสเตอร์นำเสนอในงานประกวดโครงงาน iCREATE 2008
3. บทความตีพิมพ์ในการประชุมวิชาการ The 1<sup>st</sup> Biomedical Engineering International Conference (BMEiCON 2008)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

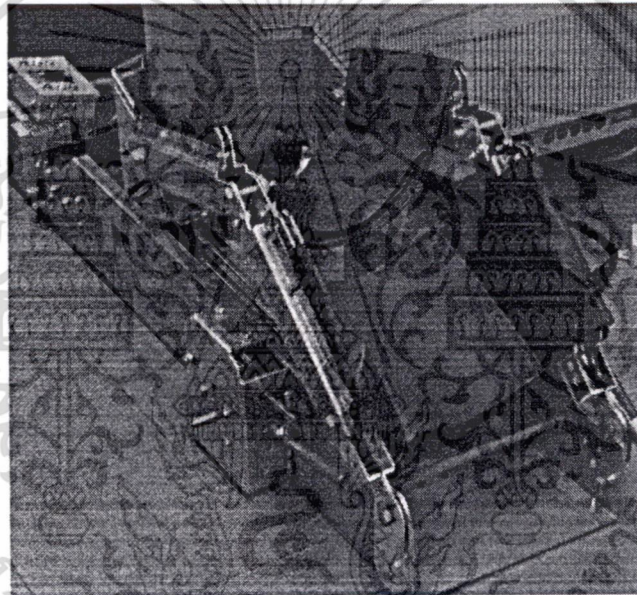
## รายงานความก้าวหน้าของโครงการวิจัย

ชื่อโครงการ	เครื่องบริหารข้อเท้าแบบไฮบริด
หัวหน้าโครงการ	นายกิตติพล ชิตสกุล
งบประมาณ	75,460 บาท
แหล่งเงินทุน	งบประมาณเงินรายได้ คณะวิศวกรรมศาสตร์
ระยะการดำเนินการ	1 ปี ตั้งแต่ กุมภาพันธ์ 2551 ถึง กุมภาพันธ์ 2552
การดำเนินงาน สิ้น ก.ย. 2551	ร้อยละ 80
ความก้าวหน้าของโครงการ สิ้น ต.ค. 2551	อยู่ระหว่างการเตรียมรายงานผลการวิจัยตามรูปแบบของคณะกรรมการเผยแพร่ผลงานวิจัย
การเผยแพร่ผลงานวิจัย	- เข้าร่วมแสดงผลงานและประกวดผลงาน ในงานประชุมวิชาการ International Conventional on Rehabilitation Engineering & Assistive Technology 2008, I-CREAEe 2008 เมื่อ 13-15 พ.ค. 2551 ที่ Queen's Park Hotel Bangkok. - นำเสนอผลงานในที่ประชุมวิชาการ The 3 <sup>rd</sup> International Symposium on Biomedical Engineering (ISBME 2008) เมื่อ 10-11 พ.ย. 2551 ที่ The Grand Mercure Hotel Bangkok. - นำเสนอต่อกลุ่มแพทย์โรคกระดูกแลข้อ โรงพยาบาลนพรัตนราชธานี กรุงเทพ
ประโยชน์ที่ได้รับ	- นักศึกษาจบระดับปริญญาตรี 2 ราย - เผยแพร่ผลงานต่อสาธารณะชนในนามของ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง - ได้ต้นแบบเพื่อพัฒนาในการใช้งานจริงในโรงพยาบาลต่อไป
บทคัดย่อ	

เครื่องช่วยบริหารข้อเท้าแบบไฮบริดเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยฟื้นฟูการทำงานของข้อเท้าหลังการเปลี่ยนข้อเท้าเทียม โดยการช่วยยึดหดเข้าอย่างช้า ๆ เสมอ เครื่องมือได้รับการออกแบบเป็นพิเศษในส่วนองกลไกให้ทำงานได้สองโหมด คือโหมดใช้ไฟฟ้าซึ่งทำงานโดยการกดสวิทช์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าขับเคลื่อน อีกโหมดหนึ่งใช้แรงคนในการขับเคลื่อนสามารถทำงานได้แม้ไม่มีไฟฟ้า โครงสร้างส่วนรองรับขาผู้ป่วยปรับได้ตามขนาดผู้ป่วย สามารถช่วยข้อเท้าได้ถึง 120 องศา

## Abstact

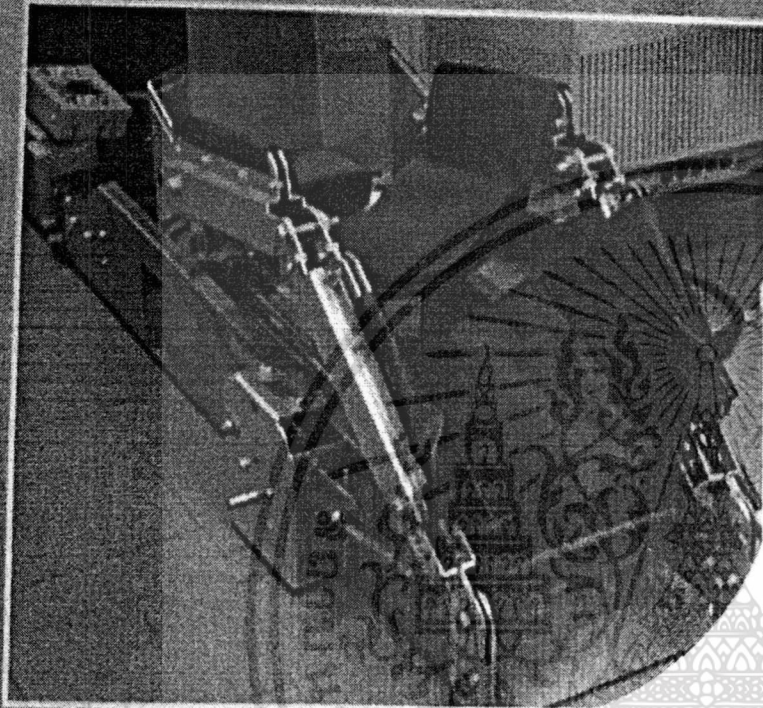
Hybrid Continuous Passive Motion Machine (Hybrid CPM) is a device used for the purpose of physical rehabilitation of joint knee after knee replacement by constant extending and flexing the knee. This device was specially designed with some mechanical parts to lift slowly up the supporter attached with a patient's leg. The device can function by 2 modes, motor driving mode and man power driving mode. With the first mode the user can operate manually the device by pushing control switches. For the second mode, the device is functioned by human force even without electricity. The leg's supporter is adjustable for patient sizing. The angular limit is adjustable to  $120^\circ$  of flexion.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Student Design Challenge

# Hybrid Continuous Passive Motion Machine



## Abstract

Hybrid Continuous Passive Motion Machine (Hybrid CPM) is a device used for the purpose of physical rehabilitation of joint knee after knee replacement by constant extending and flexing the knee. This device is specially designed with some mechanical parts to lift slowly up the supporter attached with a patient's leg. The device can function by 2 modes, motor driving mode and man power driving mode. With the first mode the user can operate manually the device by pushing control switches. For the second mode, the device is functioned by human force even without electricity. The leg's supporter is adjustable for patient sizing. The angular limit is adjustable to  $120^\circ$  of flexion.

## บทคัดย่อ

เครื่องช่วยบริหารข้อเข่าแบบไฮบริดเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยฟื้นฟูการทำงานของข้อเข่าหลังการเปลี่ยนข้อเข่าเทียม โดยการช่วยยืดหดเข่าอย่างช้าๆ สม่ำเสมอ เครื่องมือได้รับการออกแบบเป็นพิเศษในส่วนของกลไก ให้ทำงานได้สองโหมดคือโหมดใช้ไฟฟ้าซึ่งทำงานโดยการกดสวิตช์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าขับเคลื่อน อีกโหมดหนึ่งใช้แรงคนในการขับเคลื่อน สามารถทำงานได้แม้ไม่มีไฟฟ้า โครงสร้างส่วนรองรับขาผู้ป่วยปรับได้ตามขนาดผู้ป่วย สามารถช่วยองข้อเข่าได้ถึง 120 องศา

Member: Mr. Jirasu Jaratkul, Mr. Pichasong Apheewarekul  
Advisor: Asst. Prof. Dr. Kijphol Chitavekul  
University: Department of Electronics  
Faculty of Engineering  
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

# ISBME & BMEiCON 2008

November 10-11, 2008 Bangkok, Thailand

<http://www.kmitl.ac.th/isbme08>

# ISBME & BMEiCON 2008

The 3<sup>rd</sup> International Symposium on Biomedical Engineering (ISBME 2008)  
*in conjunction with*  
 The 1<sup>st</sup> Biomedical Engineering International Conference (BMEiCON 2008)



**Organized by:**  
 Biomedical Engineering Research Association (ThaiBME)  
 Department of Electronics, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)  
 Department of Computer and Multimedia Engineering, School of Engineering, University of the Thai Chamber of Commerce (UTCC)



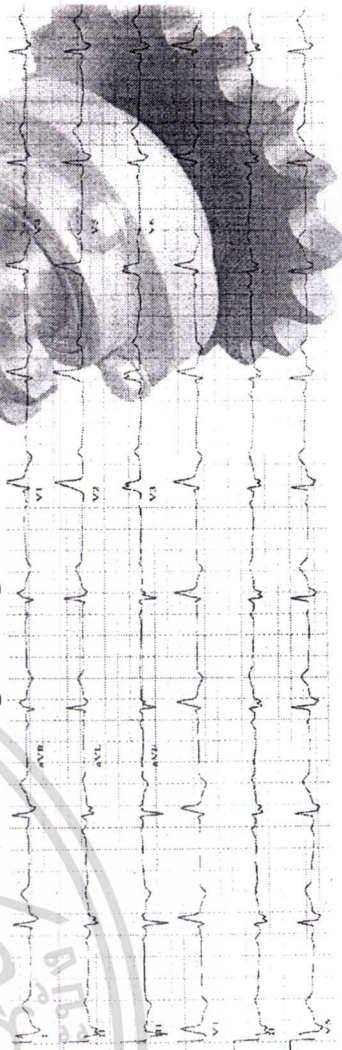
ISBME & BMEiCON 2008

November 10-11, 2008

Bangkok, Thailand

## PROGRAM AND ABSTRACTS

The 3<sup>rd</sup> International Symposium on Biomedical Engineering (ISBME 2008)  
*in conjunction with*  
 The 1<sup>st</sup> Biomedical Engineering International Conference (BMEiCON 2008)



# DESIGN OF CONTINUOUS PASSIVE /ACTIVE MOTION MACHINE

N. Wongnangam, C. Wangwiwattana, K. Chitsakul

Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand

## ABSTRACT

*Continuous, passive motion (CPM) therapy is normally recommended as first-stage exercise in the postoperative treatment of joints in the first postoperative week. This post-operative passive range of motion helps prevent joint stiffness, edema, soft tissue contractures and muscle atrophy. It is important, however, to begin physical exercising of the knee immediately to restore strength and full range of motion after postoperative treatment by CPM. We propose in this paper a design of Continuous Passive/Active Motion Machine (CPAM) in which both passive and active mode were included.*

## 1. INTRODUCTION

The continuous passive motion (CPM) device is a treatment modality in which knee joint motion is provided by a machine without causing active contraction of muscle groups [1]. Generally the modern machine is programmed to passively flex and extend the knee joint through a pre-selected range of motion and rate of repetition. This post-operative passive range of motion helps prevent joint stiffness, edema, soft tissue contractures and muscle atrophy [2]. Consequently many surgeons utilize CPM following knee articular cartilage surgery as their standard of practice [3]. After treatment with the CPM, physical exercises are consequently needed immediately to restore strength and full range of motion [4]. We have included, therefore in our design of CPM machine, the active mode. By this mode the machine performs as standard horizontal leg press machine.

## 2. METHODES

Described below is a design of our CPAM machine. The machine comprises of three main parts, a controlling switch box, removable motor driving module and mechanical module (Figure1). An CAD software was employed as design and evaluation tool for mechanical module. In the design, the leg's supporter carriage is adjustable for patient's size. The angular limit is adjustable to 120° of flexion. The carriage is moved fort and back by 2 driving methods, motor driving and human force driving. Both driving modes could perform continuous passive motion. As limb exercising machine,

carriage is moved backward (flexing) by manual turning the gear box by a caretaker or the patient itself. Leg pressing mechanism then performs to resist forward moving (extending) exerted muscle force by patient. The motion is resisted by looseness of internal gear assemblage. However, if more resistive force is needed, an external gear box with a removable flywheel may be mounted replacing the motor driving box.

## 3. RESULTS AND DISCUSSIONS

A lab prototype was constructed form metal sheets. The sheets, folded as design, were assembled together by nuts and bolts providing structural assembly sized 0.42 x 1.2 x 0.55 meters with weight of 45 Kg.

The simply motor driving box is constructed as shown in figure 2. Mounted at extreme end of the structure, the speed is manually adjusted and directions are controlled by two push bottom switches. Since using a simple technique, the programmable mode has not been available yet. Maximum flexing-extending speed is 1.08 meter per minute and minimum is 9 centimeters/minute.

The prototype had been evaluated by an orthopedist team at the Nopparat Hospital. The performances seem being eligible for clinical applications. Unfortunately, its size and weight were not simply applicable on a patient's bed. A special designed trolley may be needed

## 4. CONCLUSIONS

The design of our CPAM was presented. In this design the CPM mode, aims for the purpose of physical rehabilitation of joint knee after knee replacement by constant extending and flexing the knee. The active mode was also included, in our design, for using as limb exercising machine for the purpose of restoring strength and full range of motion. At present, a field prototype has been designed in order to obtain one on which will be really applicable.

## REFERENCES

- [1] S.W. O'Driscoll and N.J. Giori. "Continuous passive motion (CPM): theory and principles of clinical application", *J Rehabil Res Dev*, vol 37: pp179-188. 2000.
- [2] A.B. Mulaji. and M.N. Shahane, "Continuous Passive Motion for Prevention and Rehabilitation for knee stiffness—(a

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

clinical Evaluation)", *J. Post Grad. Med.*, no 4, vol.35, pp.204-208, 1989.

[3] R.B. Salter, H.W. Hamilton and J.H Wedge, "Clinical application of basic research on continuous passive motion for disorders and injuries of synovial joints: a preliminary report of a feasibility study", *J Orthop Res.*, vol.1. pp325-42, 1984.

[4] R. F. Escamilla, G. S. Fleisig, , N. Zheng, S. W. Barrentine, K.E. Wilk and J. R. Andrews, "FACSM, Biomechanics Of the Knee During Closed Kinetic Chain And Open Kinetic Chain Exercises", *Medicine & Science in Sports & Exercise*. No. 5, vol. 30, Supplement:48, May 1998.

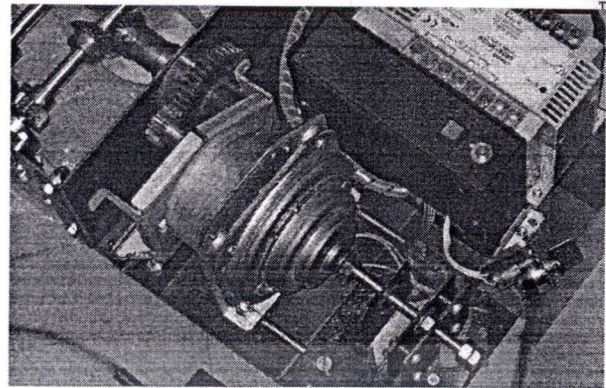


Figure 4. Interior of the motor driving box.

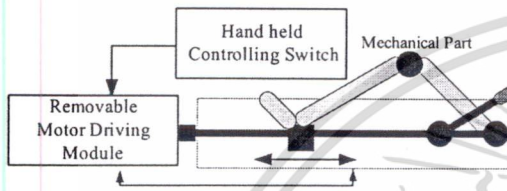


Figure 1. General diagram of the CPAM.

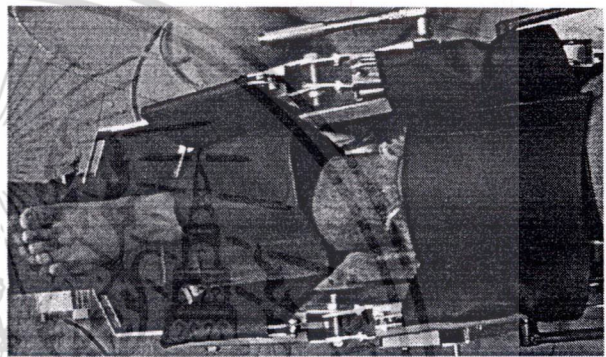


Figure 5. Testing with a volunteer

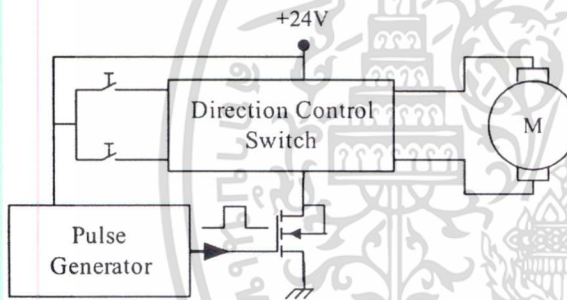


Figure 2. General diagram of the motor driving box.

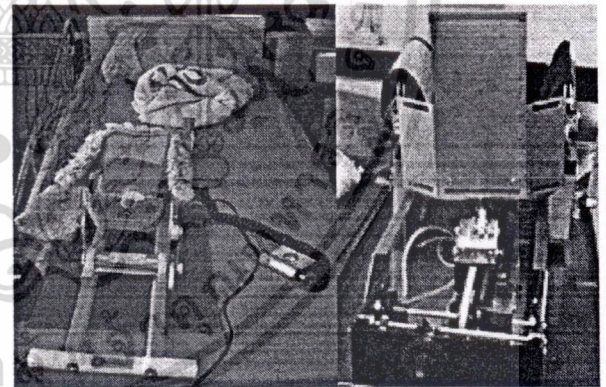


Figure 6. Comparing the prototype with a commercialized one used at Nopparat Hospital.

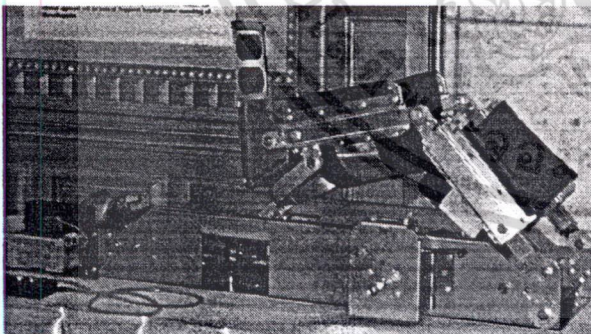


Figure 3. Lab prototype of CPAM.