รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย

เครื่องเลื่อยกระดูกสำหรับการวินิจฉัยทางพยาธิวิทยา

Bone Saw Devices Using for The Diagnosis of Pathology

โดย

อาจารย์อนันตศักดิ์ วงศ์กำแหง

อาจารย์พิชิตพล โชติกุลนันทน์

สนับสนุนทุนวิจัยโดย

สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยรังสิต

2559

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ชื่อภาษาไทย	เครื่องเลื่อยกระดูกสำหรับการวินิจฉัยทางพยาธิวิทยา
ชื่อภาษาอังกฤษ	Bone Saw Devices Using for The Diagnosis of Pathology
หัวหน้าโครงการ	อาจารย์อนันตศักดิ์ วงศ์กำแหง
ผู้ร่วมนักวิจัย	อาจารย์พิชิตพล โชติกุลนันทน์
คณะ	วิศวกรรมชีวการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต
ปีที่ขอทุน	2559
ระยะเวลา	12 เดือน
รหัสโครงการ	11/2559

บทคัดย่อภาษาไทย

เครื่องเลื่อยกระดูกสำหรับการวินิจฉัยทางพยาธิวิทยาใช้ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V. สามารถปรับระดับความเร็วรอบได้ตั้งแต่ 400 – 1,600 rpm. โดยมีระดับของความเร็วรอบที่เพิ่มขึ้นครั้งละ 200 rpm. มีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณร้อยละ 1 ของระดับความเร็วมอเตอร์ ซึ่งจากผลการทดลองจะพบว่าช่วงที่ความเร็วรอบ 1,000 rpm. – 1,400 rpm. เป็นช่วงที่ตัดกระดูกได้ดี และใช้งานร่วมกับปากกาจับชิ้นงาน จำนวน 2 ขนาด ที่สามารถบังคับการเคลื่อนที่ ในแนวแกน X และ แกน Y ได้ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า สามารถตัดกระดูกที่มีความหนาบางที่สุดคือ 1 mm. ซึ่งในระหว่างการเลื่อยกระดูกจะมีค่าอุณหภูมิความร้อนที่เกิดขึ้นเฉลี่ยประมาณ 48.24 องศาเซลเซียส โดยผลจากการนำไปทดลองใช้และประเมินผลความพึงพอใจจากผู้ปฏิบัติงานด้านพยาธิวิทยารวมทั้งหมด 10 คน แบ่งเป็นเพศชาย 6 คน เพศหญิง 4 คน คิดเป็น 100% และอายุการทำงานด้านพยาธิวิทยาส่วนใหญ่อยู่ที่ เกณฑ์มากกว่า 5 ปี คิดเป็น 100% ซึ่งในการประเมินได้ถูกแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านโครงสร้าง, ด้านการใช้งาน และ ด้านความคุ้มค่าในภาพรวม ซึ่งมีค่าคะแนนระดับความพึงพอใจในภาพรวมเฉลี่ย 4.90 คะแนน และ มีคะแนนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.11 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่มากไปและมีแนวโน้นมีในทิศทางที่ระดับพึงพอใจมากที่สุด

คำสำคัญ : เครื่องเลื่อยกระดูก, การวินิจฉัยทางพยาธิวิทยา

Abstract

Bone Saw Devices Using for Pathologic Diagnosis is powered by 220V of alternating current which can be adjusted the angular speed from 400-1600 rpm. The velocity can be speed up every 200 rpm and have 1% .for average standard error of the motor speed. At the speed of 1,000- 1,400 rpm exhibits the best cutting results and can be well worked with the 2 sizes of clamp that has controllable movement in X and Y axis by electrical motor. The thinnest bone section is 1 mm. while the

generated heat at the sample section was around 48.24 Celsius during the cutting. The satisfaction assessment was evaluated by 10 pathologists; 6 men and 4 women, and work experience more than 5 years. The assessment included with; structure, work functions and value for money. The results showed the satisfaction of 4.9 points and the standard error was 0.11 that presented the high score and tended to have the highest satisfaction of the users.

Keywords: Bone Saw Devices, Diagnosis of Pathology

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดีเนื่องมาจากการสนับสนุน ส่งเสริม ด้านทุนวิจัยจากสถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยรังสิต และขอขอบคุณ คณบดี ผู้บริหารและคณาจารย์ คณะวิศวกรรมชีวการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิตทุกท่าน ที่ในการให้คำแนะนำการวางแนวทาง ตลอดจนชี้แนะให้งานวิจัยนี้บรรลุเป้าหมายและติดตามเกี่ยวกับงานวิจัยตลอดมา

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการสถาบันวิจัย ที่ให้โอกาสช่วยสนับสนุนทุนวิจัย ตลอดจนการให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในด้านต่างๆ

ขอขอบพระคุณ ศ.นพ.วรชัย ศิริกุลชยานนท์ คณบดี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ที่คอยสนับสนุนข้อมูลและอำนวยความสะดวกในการนำเครื่องมือไปทดลองใช้งานจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณนักศึกษา คณะวิศวกรรมชีวการแพทย์ ทุกคนทั้งในและนอกห้องปฏิบัติการ CE Lab คณะวิศวกรรมชีวการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต ที่เป็นตัวช่วยในการลงมือประกอบเครื่องมือในทุกๆครั้งตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากงานวิจัยฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้ทุกท่านซึ่งผู้ที่ข้าพเจ้ารักและเคารพยิ่งตลอดจนคณาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้อบรมสอนสั่งและมอบวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า

อนันตศักดิ์ วงศ์กำแหง
หัวหน้าโครงการวิจัย

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ก
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูป ..... ซ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย 1
1.2 คำถามวิจัย 2
1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม 3
2.1 พยาธิวิทยา (Pathology) 3
2.2 กายวิภาคศาสตร์กระดูก 5
2.3 ประเภทของเลื่อย 12
2.4 ประเภทปากกาจับชิ้นงาน 13
2.5 ชนิดของตัวยึดจับชิ้นงาน 16
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย 24
3.1 ระเบียบวิธีวิจัย 24
3.2 ขอบเขตของการวิจัย 25
3.3 สถานที่ทำการทดลอง และ/หรือ เก็บข้อมูล 25
3.4 ระยะเวลาที่ทำวิจัย 25
3.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย 25
3.6 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ 28
3.7 แผนการดำเนินงานวิจัย 29
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 30
4.1 ผลการทดลองคุณลักษณะของเลื่อยฉลุไฟฟ้า 30
4.2 ผลการทดสอบการเลื่อยกระดูกที่ความหนาต่าง ๆ 31
4.3 ผลการทดสอบการจับของปากกาจับชิ้นงาน 32
4.4 ผลการประเมินระดับความพึงพอใจจากปฏิบัติงานด้านพยาธิวิทยา 32

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 5 สรุปผลการจำลอง 34
5.1 สรุปผลการทดลอง 34
5.2 ข้อเสนอแนะเพื่องานวิจัยในอนาคต 35
เอกสารอ้างอิง 36
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก คู่มือการใช้งาน
ภาคผนวก ข ประวัติผู้เขียน
ภาคผนวก ค ผลตรวจด้วยโปรแกรมอักขราวิสุทธิ์

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1แผนและรายละเอียดการดำเนินงาน 29
4.1 ผลการทำสอบความเร็วรอบของมอเตอร์เลื่อยฉลุไฟฟ้า..... 30
4.2 ผลการทำสอบความเร็วรอบขณะเลื่อยกระดูกกับปริมาณอุณหภูมิที่เกิดขึ้น..... 31
4.3 ผลการเลื่อยกระดูกที่ระดับความหนาแตกต่างกัน 31
4.4 ผลการทดสอบเชิงคุณภาพของอุปกรณ์ยึดจับกระดูกในรูปทรงต่างๆ 32
4.5 ผลการประเมินความพึงพอใจในการทดสอบการใช้งาน 33

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ส่วนประกอบของกระดูกยาว....5
2.2 จุลกายวิภาคของกระดูกยาว.... 7
2.3 ส่วนประกอบของ Single Osteon และ Single Bone Cell ในกระดูกยาว.... 8
2.4 ภาพวาดปากกาจับชิ้นงาน... 13
2.5 ปากกาจับโลหะ.... 14
2.6 ปากกาจับไม้.... 15
3.1 เลื่อยฉลุชนิดแท่น.... 25
3.2 แผ่นอลูมิเนียมฉาก ขนาดความหนา 1.5 mm. 26
3.3 ปากกาจับชิ้นงานขนาด 3 cm. 26
3.4 ปากกาจับชิ้นงานขนาด 5 cm. 26
3.5 เกลียวเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 1.5 cm. 27
3.6 มอเตอร์เกียร์ไฟฟ้ากระแสตรงความเร็วรอบ 350 rpm. 27
3.7 แผ่นพลาสติกขนาด 5 mm 27
3.8 บอร์ดควบคุม Arduino MEGA328P 28
3.9 จอยคันโยกควบคุม 2 ทิศทาง 28
4.1 แสดงชิ้นกระดูกที่ผ่านการเลื่อยที่ความหนาไม่เกิน 2 mm. 32

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้งาน

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ขั้นตอนการใช้งาน

1. ติดตั้งใบเลื่อยเข้ากับเลื่อยฉลุชนิดแท่น ต้องทำให้แน่นเพราะหากยึดเลื่อยไว้ไม่ดี ขณะใช้งานอาจเกิดการแตกหักหรือชำรุดได้

2. เสียบปลั๊กไฟเพื่อให้สามารถเปิดเครื่องได้
3. เปิดสวิชตัวปุ่มควบคุม บนสวิชควบคุมจะมีปุ่มสีแดงที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของเครื่องที่เลื่อนกระดูก
   - ปุ่มแรกคือการเคลื่อนที่บนแนวแกน X
   - ปุ่มที่สองคือการเคลื่อนที่บนแนวแกน Y
   - ปุ่มที่สามคือการเคลื่อนที่บนแนวแกน Z

   ซึ่งใช้จอยคันโยกควบคุม 2 ทิศทางในการเคลื่อนที่อยู่ติดกับปุ่มสีแดงปุ่มที่สาม

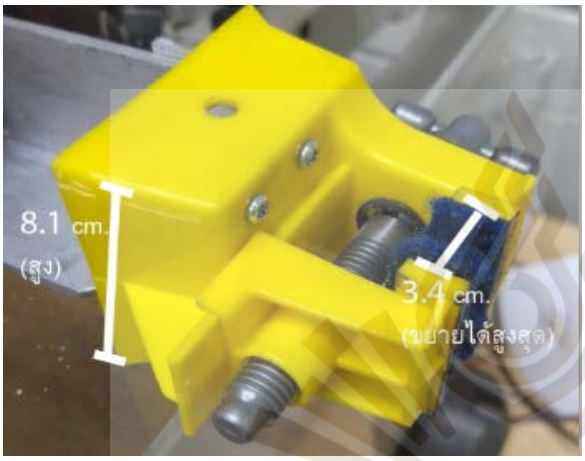
4. ตรวจสอบการทำงานของสวิชตัวปุ่มควบคุมโดยการปรับเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่และใช้จอยคันโยกควบคุม 2 ทิศทางขยับไปมา

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

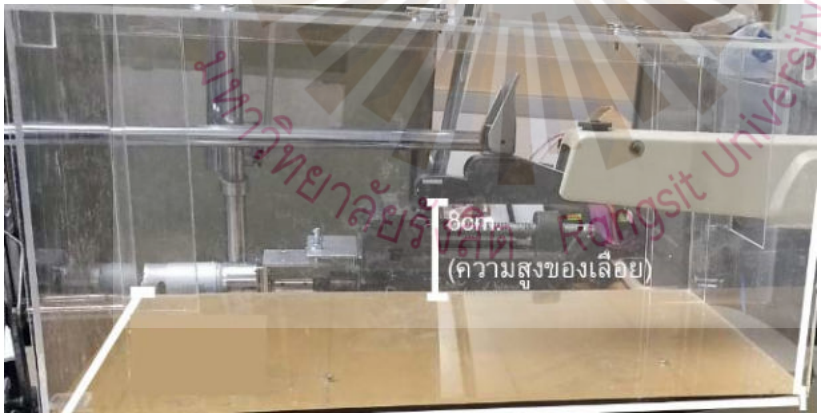
5. เตรียมกระดูกที่จะนำมาใช้เลื่อย โดยนำมายึดกับปากกาจับชิ้นงานหรือตัวยึดจับชิ้นกระดูกที่ยึดกับแผ่นอลูมิเนียมซึ่งมี 2 ขนาด

   - ขนาด 3 เซนติเมตร ขยายได้สูงสุด 2.5 เซนติเมตร
   - ขนาด 5 เซนติเมตร ขยายได้สูงสุด 3.4 เซนติเมตร

   เลือกใช้ตามขนาดของกระดูกที่จะนำมาใช้เลื่อย



6. เมื่อยึดกระดูกเข้ากับปากกาจับชิ้นงานหรือตัวยึดจับชิ้นกระดูกแล้ว เปิดฝากล่องพลาสติกที่คลอบเลื่อยฉลุชนิดแท่นขึ้น



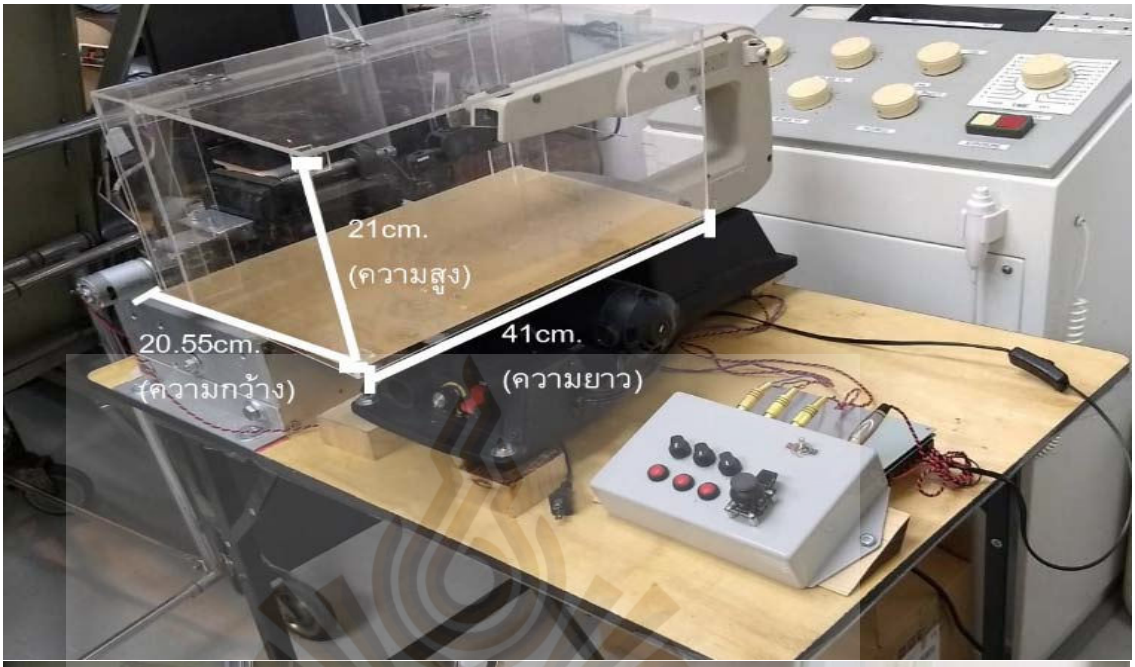
7. นำปากกาจับชิ้นงานหรือตัวยึดจับชิ้นกระดูกที่ยึดกับแผ่นอลูมิเนียมนี้ไปทางบนเลื่อยฉลุชนิดแท่นโดยห่างจากเลื่อยที่ติดตั้งไว้ประมาณ 1 เซนติเมตร
8. ยึดแผ่นอลูมิเนียมเข้ากับเครื่องเลื่อยกระดูกและปรับได้กระดูกอยู่ในตำแหน่งที่พร้อมจะเลื่อยโดยสวิชควบคุม

9. เปิดใช้งานเลื่อยฉลุแบบแท่น โดยจะสามารถปรับความเร็วได้จากตัวควบคุมความเร็วที่ฐานของตัวเลื่อยฉลุแบบแท่น
10. เปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของสวิชควบคุมไปเป็นการเคลื่อนที่บนแนวแกน X (ปุ่มแดงปุ่มแรก)
11. ค่อยขยับตัวควบคุมเพื่อที่จะให้กระดูกค่อยๆเข้าหาใบเลื่อยอย่างช้า ๆ
12. หากทำการเลื่อยจนได้ชิ้นกระดูกที่มีความหนาตามความต้องการแล้ว ชิ้นกระดูกจะกระเด็นออกโดยมีกล่องพลาสติกกันไว้ไม่ให้กระเด็นออกไปบริเวณนอกกล่อง

หากขยับเร็วเกินไปหรือความเร็วของเลื่อยไม่เร็วพอจะทำให้ใบเลื่อนเกิดการแตกหัก หากเกิดกรณีนั้นจะมีปุ่มหยุดการใช้ฉุกเฉิน

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

รูปแสดงโครงสร้างเครื่องเลื่อยกระดูกสำหรับงานพยาธิวิทยา



ภาคผนวก ข

ประวัติผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย)	อนันตศักดิ์ วงศ์กำแหง
2. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาอังกฤษ)	Anantasak Wongkamhang
3. ตำแหน่งปัจจุบัน	รองคณบดีฝ่ายพัฒนานักศึกษาและบริการวิชาการ
4. หน่วยงาน	คณะวิศวกรรมชีวการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต
5. สาขาที่เชี่ยวชาญ	- Clinical Engineering - Biomedical Modeling - Biomedical Instrumentation
5. ประวัติการศึกษา	- ป.ว.ส. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (วิทยาลัยเทคนิคปัตตานี) - ป.ตรี วท.บ.อุปกรณ์ชีวการแพทย์ (คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต) - ป.โท วศ.ม วิศวกรรมชีวการแพทย์ (คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)
6. ประสบการณ์ทำงาน	- วิศวกรบริการบริษัทดีเอสเมดกรุ๊ป จำกัด (ปี 2552- 2553) - หัวหน้าแผนกเครื่องมือแพทย์ รพ.พระรามเก้า (ปี 2554) - ที่ปรึกษาวางระบบเครื่องมือแพทย์ เพื่อรองรับมาตรฐาน JCI รพ. ยันฮี (ปี 2554) - ที่ปรึกษาวางระบบเครื่องมือแพทย์ เพื่อรองรับมาตรฐาน JCI รพ. เจ้าพระยา (ปี 2555) - ที่ปรึกษาวางระบบเครื่องมือแพทย์ เพื่อรองรับมาตรฐาน HA – รพ. หัวหิน (ปี 2555) - ที่ปรึกษาวางระบบเครื่องมือแพทย์ เพื่อรองรับมาตรฐาน HA – รพ. ป่าตอง (ปี 2556) - ที่ปรึกษาวางระบบเครื่องมือแพทย์ รพ. มิชชั่น จ.ภูเก็ต (ปี 2558-ปัจจุบัน) - ที่ปรึกษาวางระบบเครื่องมือแพทย์ เพื่อรองรับมาตรฐาน JCI รพ. ศรีสวรรค์ จ. นครสวรรค์(ปี 2559-ปัจจุบัน) - ที่ปรึกษาผู้บริหารโรงพยาบาลด้านเครื่องมือแพทย์ รพ.กระบี่นครินทร์ (ปี 2558-ปัจจุบัน) - หัวหน้าโครงการหลักสูตร Mini MBA มาตรฐานบริการสุขภาพสากล กับการบริหารจัดการโรงพยาบาล คณะวิศวกรรมชีว-การแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

- หัวหน้าโครงการหลักสูตร Mini MBA การบริหารจัดการเครื่องมือแพทย์ คณะวิศวกรรมชีวการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต
- หัวหน้าหลักสูตรการบำรุงรักษาและสอบเทียบเครื่องมือวัดทางการแพทย์ คณะวิศวกรรมชีวการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต
- คณะผู้จัดทำมาตรฐานการทดสอบเครื่องให้สารละลายทางหลอดเลือดดำ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข (ปี 2556)
- ที่คณะผู้จัดทำมาตรฐานการทดสอบเครื่องมือทางการแพทย์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ร่วมกับกองวิศวกรรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข (ปี 2557-2558)
- ที่ปรึกษาการพัฒนางานบำรุงรักษาเครื่องมือแพทย์ ศูนย์เครื่องมือแพทย์ โรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (ปี 2558 - ปัจจุบัน)

7. ประวัติการศึกษา อบรมหลักสูตรระยะสั้น

- JCI Overview, JCI Standard, JCI Specific Disease Standard, International Patient Goal and Safety
- Uncertainty of Measurement
- On Understanding of ISO IEC 17025:2005
- On ISO IEC 17025 Quality System Document Writing
- ISO IEC 17025 Internal Quality Audits
- Preventive maintenance and Testing Medical Devices by Fluke Biomedical USA.

8. ประวัติงานวิจัย

- การสร้างตู้เย็นทางการแพทย์เคลื่อนที่ ตีพิมพ์งานประชุมวิชาการ BMEICON ปี2008 ณ มหาวิทยาลัยรังสิต
- การจำลองการไหลของอากาศภายในตู้อบเด็กด้วยระเบียบวิธีไฟน์ไนต์ 3 มิติ ตีพิมพ์งานประชุมวิชาการ BMEICON ปี2012 ณ อุบลราชธานี
- การเปรียบเทียบการถ่ายเทความร้อนและการไหลของอากาศภายในตู้อบเด็กแบบผนังชั้นเดียวกับแบบผนังสองชั้น ตีพิมพ์งานประชุมวิชาการ BMEICON ปี2013 ณ กระบี่
- การสร้างเครื่องวิเคราะห์และจำลองความดันโลหิต ตีพิมพ์งานประชุมวิชาการ BMEICON ปี2014 ณ ประเทศญี่ปุ่น

- รับทุนสนับสนุนการวิจัยเครื่องจำลองความดันโลหิตและเครื่องสอบเทียบพลังงาน Defibrillator จาก วช.ปี 2554

9. สถานที่ติดต่อประสานงาน

คณะวิศวกรรมชีวการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต
สำนักงาน 02 997 2200 ต่อ 1506 มือถือ 0872879202
Anantasak_09@hotmail.com

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย)	พิชิตพล โชติกุลนันทน์
2. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาอังกฤษ)	Phichitphon Chotikunnan
3. ตำแหน่งปัจจุบัน	อาจารย์ประจำ
4. หน่วยงาน	คณะวิศวกรรมชีวการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต
5. สาขาที่เชี่ยวชาญ	- Biomedical Engineering - Biomedical Robotic and Control
5. ประวัติการศึกษา	- ป.ตรี วศ.บ.เมคคาทรอนิกส์ (คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน) - ป.โท วศ.ม วิศวกรรมไฟฟ้า (คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าธนบุรี)
6. ประสบการณ์ทำงาน	- ผู้ช่วยอาจารย์สอนวิชาวิศวกรรมระบบเครื่องมือวัด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าธนบุรี (ปี 2555- 2558)
7. ประวัติการศึกษา อบรมหลักสูตรระยะสั้น	- Training 5 Day for Robot Programming, Samkhok School Pathumthani
8. ประวัติงานวิจัย	- [Team Member], “Development of A Train Driving Simulator using Virtual Reality,” Rail Way Transportation, National Research Council of Thailand, Thailand, 2014-2015
9. สถานที่ติดต่อประสานงาน	คณะวิศวกรรมชีวการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต สำนักงาน 02 997 2200 ต่อ 1452 Opor_Pupa@hotmail.com

มหาวิทยาลัยรังสิต RANGSIT UNIVERSITY

ภาคผนวก ค

ผลตรวจด้วยโปรแกรมอักขราวิสุทธิ์

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

การตรวจชิ้นเนื้อทางพยาธิวิทยา (Pathological diagnosis) เป็นการวินิจฉัยทางการแพทย์ที่สำคัญที่สุด เพราะการตรวจทางพยาธิวิทยาจะสามารถบ่งชี้ถึงลักษณะของโรคที่เกิดขึ้นกับผู้ป่วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคกลุ่มเนื้องอกและมะเร็งชนิดต่างๆ ซึ่งโดยปกติแล้วแพทย์ผู้ที่ทำการรักษาจะไม่สามารถให้การรักษาหรือให้คำแนะนำแก่ผู้ป่วยได้ ถ้าหากยังไม่ทราบผลการตรวจทางพยาธิวิทยาของเนื้องอกที่สงสัยนั้นๆ ซึ่งยิ่งไปกว่านั้นในปัจจุบันนี้ได้มีวิทยาการใหม่ ที่ช่วยทำให้การตรวจทางพยาธิวิทยามีบทบาทมากขึ้น และสามารถช่วยในการพิจารณาเลือกยาเคมีบำบัดที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยแต่ละราย โดยมีวิธีการตรวจชิ้นเนื้อทางพยาธิวิทยาดังนี้ คือการนำเอาชิ้นเนื้อของผู้ป่วยที่ศัลยแพทย์ตัดออกมาผ่านน้ำยาหลายขั้นตอนในห้องปฏิบัติการจนได้ชิ้นเนื้อที่มีความเหมาะสมแก่การตัดเป็นแผ่นเนื้อเยื่อบางๆ ด้วยเครื่อง microtome ซึ่งมีความหนาประมาณ 3-5 ไมครอน และนำเนื้อเยื่อนั้นมาแผ่บนสไลด์แก้ว ย้อมสี เพื่อให้พยาธิแพทย์นำสไลด์ของเนื้อเยื่อที่ย้อมสีเหล่านั้นมาดูด้วยกล้องจุลทรรศน์และให้การวินิจฉัยทางพยาธิวิทยาต่อไป อนึ่ง เครื่อง microtome ที่ใช้ในงานวินิจฉัยทางพยาธิวิทยานั้นสามารถตัดได้เฉพาะชิ้นเนื้อทั่วไปที่ไม่มีความแข็ง แต่ไม่สามารถตัดชิ้นเนื้อกระดูกซึ่งมีความแข็งได้เลย เนื่องจากภายในเนื้อกระดูกมีสารแคลเซียมอยู่ในปริมาณที่มาก ซึ่งในทางปฏิบัติก่อนที่จะนำชิ้นเนื้อกระดูกไปผ่านน้ำยาเพื่อเตรียมการตัดเป็นแผ่นเนื้อเยื่อ เราต้องนำชิ้นเนื้อกระดูกไปแช่กรดไนตริกที่มีความเข้มข้น 5% หรือ สาร EDTA ที่มีความเข้มข้น 10% เพื่อละลายสารแคลเซียมในเนื้อกระดูกออกให้มากที่สุด ซึ่งใช้เวลานานตั้งแต่ 24 ชั่วโมง ถึง 4 สัปดาห์ ขึ้นอยู่กับความแข็งและขนาดความหนาของเนื้อเยื่อกระดูกทำให้ผลการวินิจฉัยล่าช้า โดยวิธีการที่ทำให้ได้ผลการวินิจฉัยจากเนื้อเยื่อกระดูกที่เร็วขึ้นนั้นก็ คือการทำให้เนื้อเยื่อกระดูกที่จะนำไปแช่ในกรดไนตริกที่มีความเข้มข้น 5% หรือสาร EDTA ที่มีความเข้มข้น 10% มีความบาง โดยมีขนาดความหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร ด้วยวิธีการใช้เลื่อยซึ่งปัจจุบันมีการใช้เลื่อยสำหรับเลื่อยกระดูกในลักษณะต่างๆ อยู่หลายประเภท เช่น เลื่อยเหล็ก เลื่อยวงเดือน และฉลุไฟฟ้า ซึ่งปัญหาในการที่จะได้ชิ้นเนื้อกระดูกที่มีความบางดังกล่าว ในปัจจุบันยังไม่มีเครื่องเลื่อยและอุปกรณ์จับยึดเนื้อกระดูกเพื่อนำไปใช้เลื่อยให้กระดูกมีความบางที่มีความเหมาะสมและสมบูรณ์แบบตรงตามความต้องการของพยาธิแพทย์ ทั้งในส่วนของความปลอดภัยในการใช้งานที่ยังไม่รองรับความปลอดภัยแก่ผู้ใช้งานในทุกขั้นตอนขณะปฏิบัติงาน และในเครื่องเลื่อยกระดูกที่มีจำหน่ายทั่วไปในท้องตลาดนอกจากจะมีราคาแพงแล้ว ยังไม่มีการติดตั้งอุปกรณ์ที่สามารถจับยึดกระดูกที่มิใช่รูปทรงเรขาคณิตให้มีความมั่นคงและสามารถทานต่อแรงสะบัดของใบเลื่อย จากการหาข้อมูลในการทำวิจัย

ครั้งนี้ทำให้ทราบถึงความต้องการนวัตกรรมเพื่อใช้ในการสนับสนุนงานด้านพยาธิวิทยาและประกอบกับการให้ข้อมูลโดยพยาธิแพทย์ จากภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล ผู้วิจัยจึงมีความประสงค์จะทำการวิจัยเพื่อสร้างเครื่องเลื่อยกระดูกและอุปกรณ์จับยึดกระดูกต้นแบบเพื่อให้สามารถยึดกระดูกที่มีรูปทรงชนิดต่างๆ ได้อย่างมั่นคง ปลอดภัยแก่ผู้ใช้งาน และมีคุณลักษณะการใช้งานที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งานให้มากยิ่งขึ้น พร้อมทั้งสามารถต่อยอดนวัตกรรมการผลิตเชิงพาณิชย์ในอนาคต

1.2 คำถามวิจัย

เครื่องที่ช่วยเลื่อยกระดูกต้องมีรูปทรงอย่างไรถึงจะสามารถจับยึดกระดูกที่มีรูปทรงต่างกันได้

1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.3.1 เพื่อศึกษาการออกแบบและสร้างนวัตกรรมเครื่องเลื่อยกระดูกสำหรับการวินิจฉัยทางพยาธิวิทยา เพื่อนำไปใช้ในงานพยาธิวิทยาได้จริง

1.3.2 เพื่อการต่อยอดจากข้อที่ 1 พัฒนาไปสู่การผลิตในเชิงพาณิชย์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้นวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ที่พัฒนาปรับปรุงขึ้นใหม่ที่น่าจะได้รับความสนใจและสามารถนำไปใช้งานได้จริง ซึ่งสามารถแยกเป็นหัวข้อได้ ดังนี้

1.4.1 เผยแพร่ในวารสารที่เป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาติ อย่างน้อย 1 เรื่อง

1.4.2 จดสิทธิบัตร หรือ อนุสิทธิบัตร อย่างน้อย 1 ชิ้น

1.4.3 หน่วยงานที่สามารถนำอุปกรณ์ช่วยเลื่อยกระดูกสำหรับการวินิจฉัยทางพยาธิวิทยานี้ใช้ประโยชน์ได้ คือ หน่วยงานที่ทำงานด้านพยาธิวิทยากาย ซึ่งเป็นหัวข้อวิจัยที่ช่วยพัฒนากระบวนการของงานพยาธิวิทยาให้มีความรวดเร็วยิ่งขึ้น และเป็นที่ต้องการใช้งานในห้องปฏิบัติการพยาธิวิทยาในขณะนี้

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

2.1 พยาธิวิทยา (Pathology)

พยาธิวิทยา หรือ Pathology เป็นวิชาทางการแพทย์เฉพาะทางสาขาหนึ่งซึ่งศึกษาเกี่ยวกับโรค “Pathology” มาจากภาษากรีก คำว่า “Pathos” หมายถึงความรู้สึกไม่สบาย “Feeling, Suffering” และ “Logos” คือการศึกษา “The Study of” โดยพยาธิวิทยาจะศึกษาสาเหตุของโรค กลไกการเกิดโรค และพยาธิสภาพของโรคที่เกิดขึ้นกับร่างกาย โดยพยาธิวิทยา แบ่งออกเป็น 2 สาขาหลัก คือ

2.1.1 พยาธิวิทยากายวิภาค (Anatomic Pathology)

2.1.2 พยาธิวิทยาคลินิก (Clinical Pathology)

แต่ในปัจจุบันอาจมีสาขาพิเศษเฉพาะทางเพิ่มขึ้นอีก เช่น Molecular Pathology Pediatric Pathology Cytopathology เป็นต้น ส่วน “พยาธิวิทยาทั่วไป” หรือ “General Pathology” คือการศึกษาทั้งด้านของพยาธิวิทยากายวิภาคและพยาธิวิทยาคลินิก นอกจากการศึกษาในคนแล้ว ยังมีการศึกษาพยาธิวิทยาในสัตว์ (Veterinary Pathology) และในพืช (Phytopathology) โดยในที่นี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะลักษณะของงานพยาธิวิทยากายวิภาคที่มีความเกี่ยวข้อง เช่น

งานศัลยพยาธิวิทยา (Surgical Pathology) เกี่ยวข้องกับการตรวจชิ้นเนื้อเป็นหลัก พยาธิแพทย์จะตรวจชิ้นเนื้อจากอวัยวะที่ผิดปกติหรือเป็นโรค เช่นในโรคทางศัลยกรรมที่ต้องตัดชิ้นเนื้อหรืออวัยวะของผู้ป่วยออกมา เช่น เนื้องอกมะเร็ง ชิ้นกระดูก เป็นต้น พยาธิแพทย์จะตรวจชิ้นเนื้อหรืออวัยวะที่ได้รับนั้นขั้นแรกเป็นการตรวจดูด้วยตาเปล่าเพื่อหาว่ามีลักษณะผิดปกติที่แตกต่างไปจากเนื้อเยื่อปกติหรือไม่ เมื่อตรวจพบแล้วจะตัดชิ้นเนื้อบริเวณที่ผิดปกติเป็นชิ้นเล็กๆ ชิ้นเนื้อที่ตัดเป็นชิ้นเล็กจะผ่านน้ำยาเคมีอีกหลายชนิดเพื่อทาให้เนื้อแข็งพอที่จะตัดให้เป็นประมาณ 3-5 ไมครอน และถ้าเป็นชิ้นเนื้อกระดูกความหนาประมาณ 6 มิลลิเมตร แล้วนำมาวางบนสไลด์ย้อมสีจนได้เป็นสไลด์ที่เสร็จสมบูรณ์เพื่อที่จะตรวจชิ้นเนื้อนั้นในระดับของเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ต่อไป ประกอบร่วมกับประวัติอาการ อาการแสดง และผลการตรวจอื่นๆ ของผู้ป่วยที่ได้รับจากใบส่งตรวจทางพยาธิวิทยาที่แพทย์ผู้รักษาส่งมาพร้อมกับชิ้นเนื้อหรืออวัยวะนั้นๆ เพื่อให้การวินิจฉัยทางพยาธิวิทยา ชิ้นเนื้อของผู้ป่วยบางรายอาจต้องศึกษาด้วยการตรวจพิเศษอื่นๆ เพิ่มเติมอีกเพื่อช่วยในการวินิจฉัย เช่น อิมมูโนฮิสโตเคมี (Immunohistochemistry), อณูพยาธิวิทยา (Molecular Pathology) ในกรณีที่ชิ้นเนื้อนั้นเป็นมะเร็งต้องบอกว่าเป็นมะเร็งชนิดใด เป็นเซลล์มะเร็งชนิดใด และลักษณะที่พบอื่นๆ ที่บอกการพยากรณ์โรคของผู้ป่วย เช่น การแพร่กระจายของมะเร็งเข้าสู่ระบบ

น้ำเหลือง เป็นต้น ซึ่งข้อมูลต่างๆ เหล่านี้เป็นข้อมูลที่สำคัญและจำเป็นที่ต้องใช้ในการดูแลรักษาผู้ป่วยต่อไป นอกจากนี้พยาธิแพทย์ยังให้การวินิจฉัยโรคในขณะที่ผู้ป่วยกำลังผ่าตัดเพื่อที่ศัลยแพทย์จะได้ตัดสินเลือกวิธีการรักษาโดยเร่งด่วน วิธีการนี้จะทำให้เนื้อเยื่อแข็งตัวโดยใช้ความเย็นจัด เรียกว่า Frozen Section ใช้เวลาในการตรวจวินิจฉัย ประมาณ 30 นาที ชิ้นเนื้อที่จะส่งมาตรวจทางพยาธิวิทยากายวิภาคส่วนมากต้องแช่มาใน 10% Buffered Formalin โดยปริมาตรน้ำยาต้องมากกว่าชิ้นเนื้อ 10 เท่า แต่การตรวจบางอย่างไม่ต้องแช่ฟอร์มาลิน เช่น Frozen Section, Immunofluorescence หรือ Molecular ต้องใช้ชิ้นเนื้อสดๆ ส่วนการส่งตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนต้องแช่ใน glutaraldehyde เป็นต้น

ขั้นตอนของงานศัลยพยาธิวิทยาจากชิ้นเนื้อที่แช่ในฟอร์มาลีนจนกระทั่งพยาธิแพทย์รายงานผล มีดังนี้

• Register คือการลงทะเบียนชิ้นเนื้อหรือสิ่งส่งตรวจอื่นที่เข้ามาภายในห้องปฏิบัติการตรวจสอบชื่อ-สกุลผู้ป่วยให้ถูกต้อง

• Cutting Up/ Gross Examination เป็นการตรวจดูพยาธิสภาพของชิ้นเนื้อนั้นด้วยตาเปล่าโดยพยาธิแพทย์ และเลือกตัดบริเวณที่มีรอยโรคหรือสงสัยรอยโรคไปตรวจ

• Tissue Processing คือการนำชิ้นเนื้อที่พยาธิแพทย์ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ใส่ไว้ในตลับพลาสติกลงไปในเครื่องมือที่เรียกว่า Tissue Processor เครื่องมือนี้จะมีโถใส่น้ำยาหลายโถ น้ำยาส่วนใหญ่เป็นแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นต่างๆ กัน และมี Xylene, Paraffin เหลว หลักการของเครื่องมือนี้คือการดึงน้ำออกจากเซลล์ด้วยความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ต่ำไปจนถึง Absolute Alcohol จากนั้นเป็น Xylene แล้วแช่อิ่มชิ้นเนื้อด้วย Paraffin เหลวหรือ Paraplast

• Embedding คือขั้นตอนที่นำตลับชิ้นเนื้อที่ผ่านเครื่อง Tissue Processor แล้วมาใส่ Paraffin ลงไป จนในที่สุดชิ้นเนื้อจะถูกฝัง (Embed) ด้วย Paraffin แข็งและสามารถนาไปตัดเป็นชิ้นบางๆ ได้

• Sectioning คือการตัดชิ้นเนื้อที่ฝังใน Paraffin แข็งเป็นชิ้นบางๆ เมื่อนักวิทยาศาสตร์ตัดชิ้นเนื้อเป็นชิ้นบางๆ แล้ว จะนำไปลอยในอ่างน้ำอุ่น (Water Bath) เพื่อทำให้ Paraffin หลอมเหลว แล้วใช้สไลด์แก้วช้อนชิ้นเนื้อแผ่นบางๆ นั้น จากนั้นนำสไลด์ผึ่งให้แห้งและนำไปอบ

• Staining คือ ขั้นตอนการย้อมสีสไลด์ชิ้นเนื้อด้วยสี Hematoxylin & Eosin Stain (H&E)

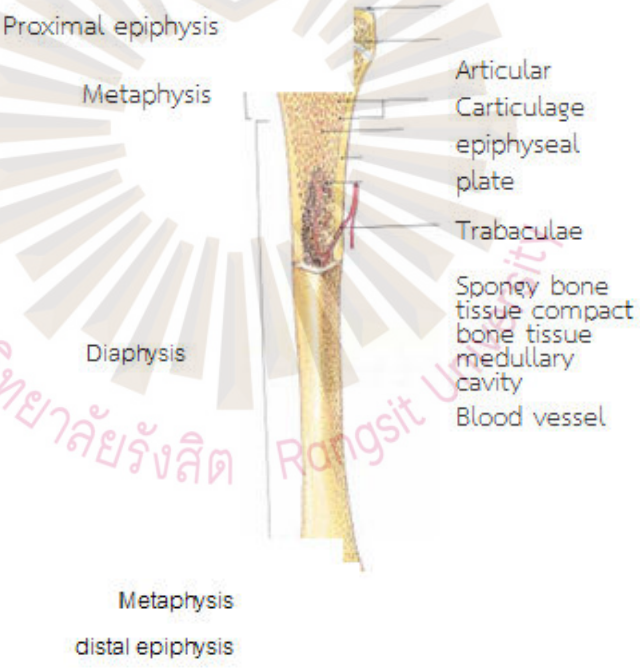
• Mounting คือ การหยด mounting media บนสไลด์ที่ย้อมสีเสร็จแล้วปิดด้วย Cover Slip

• Analyzer คือ ขั้นตอนการอ่านวิเคราะห์ผลโดยพยาธิแพทย์

• Report คือ การรายงานผลการตรวจวิเคราะห์

2.2 กายวิภาคศาสตร์ของกระดูก

กระดูกยาวประกอบด้วยตัวกระดูก (Shaft หรือ Diaphysis) และส่วนปลายกระดูกทั้งสองข้างเรียกว่า Epiphysis ส่วน Epiphysis เป็นส่วนของกระดูกที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของกระดูกยาว มีเนื้อกระดูกคล้ายฟองนิ้ว (Spongy Bone หรือ Cancellous Bone ปรากฏอยู่ในสัตว์ที่ยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่บริเวณระหว่างตัวกระดูก และปลายกระดูกทั้งสองข้างจะมีส่วน Metaphysis ซึ่งมีแนวกระดูกอ่อนเรียกว่า Epiphyseal Plate หรือ Epiphyseal Cartilage เป็นบริเวณที่กระดูกมีการเจริญเติบโตทางด้านยาวในสัตว์ที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้วจะไม่ปรากฏส่วนนี้ให้เห็น Epiphysis ทั้งสองข้างของกระดูกยาวจะถูกห่อหุ้มด้วยกระดูกอ่อน (Articular Cartilage หรือ Hyaline Cartilage) ซึ่งเป็นส่วนปลายของกระดูกที่จะเกิดเป็นข้อต่อ ส่วนตัวกระดูกจะถูกหุ้มด้วยเยื่อบางๆ เรียกว่า Periosteum บริเวณนี้จะมีเซลล์กระดูก Osteoblast ที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการสร้างเนื้อกระดูกเพื่อซ่อมแซมส่วนของกระดูกที่เกิดการแตกหักในสัตว์ที่โตเต็มที่แล้วจะไม่ปรากฏส่วน Periosteum ในสัตว์ที่ยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่ ส่วน Periosteum จะทำให้เนื้อกระดูกมีการเจริญทางด้านกว้างของตัวกระดูก

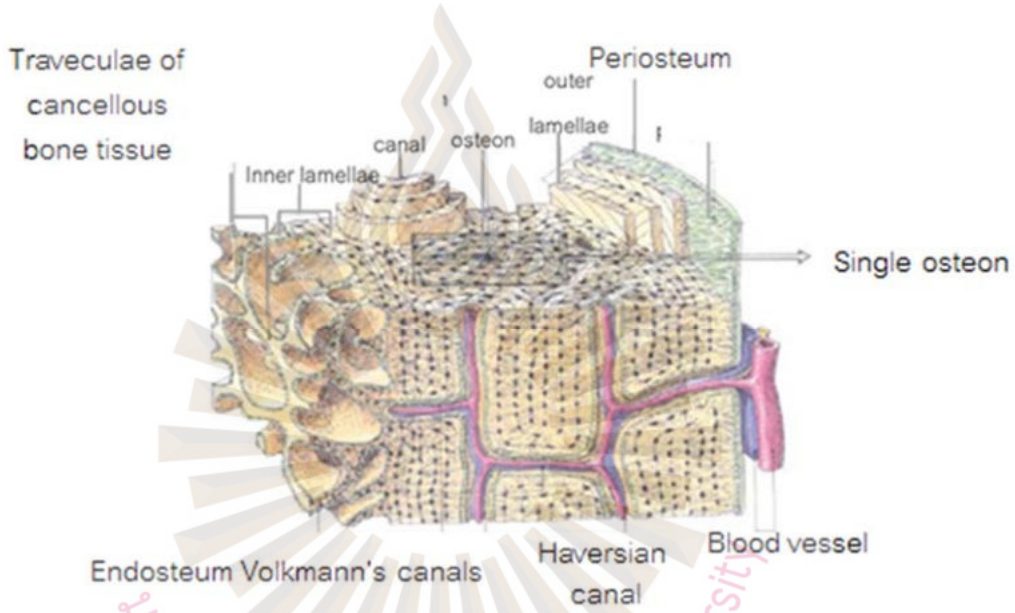


รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของกระดูกยาว

ที่มา : Carola และคณะ, 1992

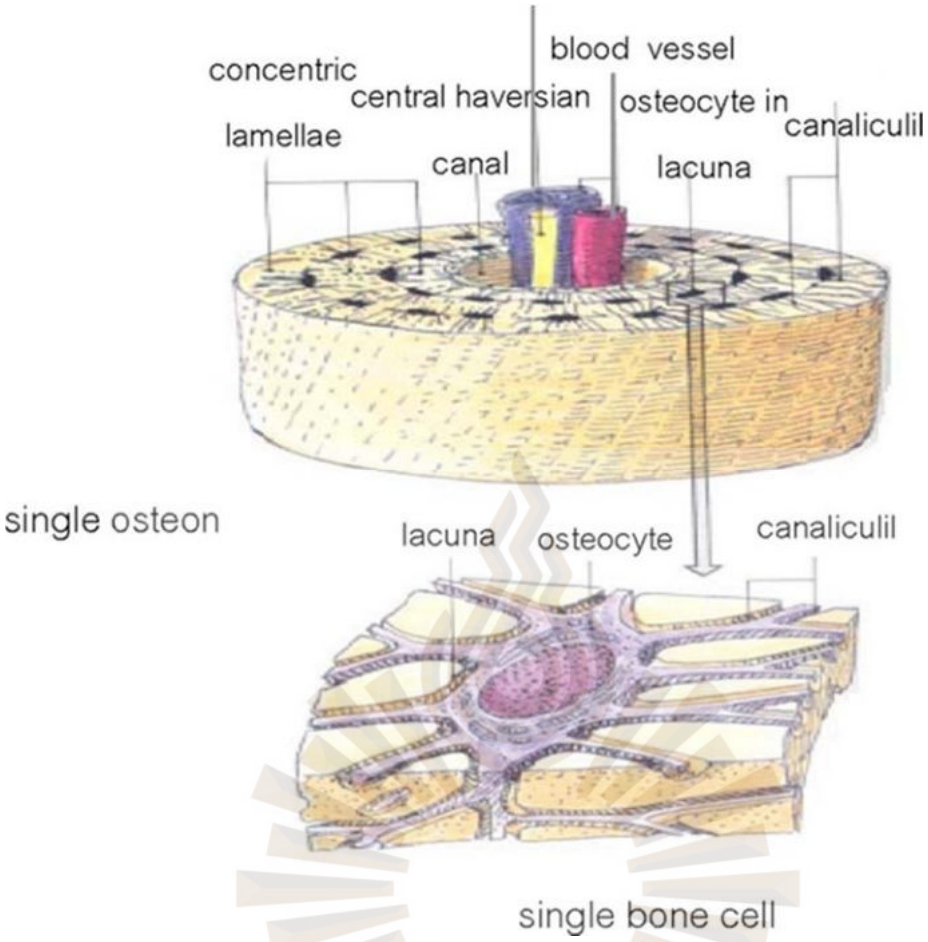
กระดูกยาวเมื่อนำมาผ่าออกตามแนวความยาวจะพบว่าตรงกลางตัวกระดูกจะมีโพรง เรียกว่า โพรงกระดูก (Medullary Cavity หรือ Marrow Cavity) ซึ่งบุด้วยเยื่อบุผิวรอบช่องของโพรงกระดูก เรียกว่า Endosteum โดยทั่วไปเนื้อกระดูกที่ล้อมรอบโพรงกระดูกเป็นเนื้อกระดูกชนิดเนื้อแน่น (Compact Bone) ถัดจากเนื้อกระดูกออกไปเป็นส่วนเยื่อหุ้มกระดูกเรียกว่า Periosteum ในสัตว์ที่โตเต็มที่แล้วส่วน Periosteum ของกระดูกจะหายไปบริเวณ Epiphysis จะเป็นกระดูกที่มีรูพรุนและโปร่ง (Compact bone) บริเวณนี้จะมีช่องทางติดต่อกับโพรงกระดูกที่มีไขกระดูกสีแดงบรรจุอยู่ในช่องเล็ก ๆ เรียกว่า Marrow Space เยื่อบางๆ ที่หุ้มโพรงกระดูกเรียกว่า Endosteum มีหน้าที่เกี่ยวกับการสร้างเม็ดเลือดพวก RBC, WBC, Leucocyte, Erythrocyte และ Platelet ส่วนไขกระดูกสีแดงพบได้ในกระดูกของสัตว์ที่ยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่เท่านั้น เมื่อนำชิ้นกระดูกขาซึ่งเป็นกระดูกยาวมาเลื่อยออกเป็นชิ้นเล็กๆ บางๆ และนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ตรงส่วนของกระดูกเนื้อแน่นจะเห็นได้ว่าเนื้อกระดูกจะมีรูท่อเล็กๆ กระจายอยู่ทั่วไป เรียกว่า Haversian Canal ซึ่งเป็นช่องทางผ่านของเส้นเลือด เส้นน้ำเหลืองฝอย และเส้นประสาทที่มาหล่อเลี้ยงกระดูกแต่ละ Haversian Canal ซึ่งเป็นท่อทางผ่านของเส้นเลือด เส้นน้ำเหลือง และเส้นประสาทจะมีวง (Lamella) ล้อมรอบอยู่บนแนววงจะมีแอ่ง (Lacuna) แทรกอยู่เป็นระยะ ซึ่งมีเซลล์กระดูก (Osteocyte) แฝงตัวอยู่ในแอ่ง การเรียงกันเป็นวงของ Lamella เกิดจากการจัดเรียงอย่างเป็นระเบียบของ Collagen Fiber ที่อยู่ภายใน Matrix กลุ่ม Fiber เหล่านี้จะมีการเรียงตัวขนานกันและซ้อนกันเป็นชั้นๆ และแต่ละชั้นของ Fiber ที่เรียงตัวกันจะวางเรียงซ้อนกันในลักษณะบิดเป็นเกลียวแบบมีทิศทางตรงกันข้ามทำให้เกิดเป็นวง (lamella) ขึ้น โดยทั่วไปวงที่ล้อมท่อ Haversian Canal จะเรียงซ้อนกันหลายชั้น การจัดเรียงตัวกันของเนื้อกระดูกเป็นวงๆ เรียงซ้อนกันเรียกว่า Haversian System หรือ Osteon โดยใน 1 Harversian System จะประกอบด้วยวง (Lamella) เรียงซ้อนกันหลายๆ ชั้นรอบ Harversian canal บนแนวของวง (Lamella) จะมีแอ่ง (Lacuna) แทรกตัวอยู่เป็นระยะๆ ภายในแอ่งจะมีเซลล์กระดูก (Osteocyte) แทรกตัวอยู่ แต่ละแอ่ง (Lacuna) จะมีท่อเล็ก ๆเรียกว่า Canaliculi ยื่นกระจายออกมาเป็นรัศมีเชื่อมต่อระหว่างแอ่งในแต่ละวงเข้าด้วยกัน นอกจาก Lacuna ที่อยู่บน Lamella วงในสุดของ Harversian System ยังมีการเชื่อมต่อกับ Harversian Canal ด้วย ทำให้มีการเชื่อมต่อกันภายใน Harversian System แต่ละอัน แต่ละ Harversian System จะติดต่อกันโดยผ่านแขนงของ Haversian Canal ที่ทอดตัวเชื่อมต่อระหว่าง Haversian Canal ที่อยู่ใกล้กัน โดยไม่ติดต่อผ่านทาง Canaliculi เส้นเลือดฝอยที่มาหล่อเลี้ยงเนื้อกระดูกและผ่านเข้ามาภายใน Haversian Canal จะทำหน้าที่เป็นแหล่งอาหารออกซิเจนและรับของเสียจากเซลล์ที่อยู่ภายใน lacuna โดยผ่านทาง Canaliculi ที่มีแขนงของเซลล์กระดูก Osteocyte อยู่แต่ละ Haversian Canal มีช่องทางติดต่อกันภายนอกและภายในโพรงกระดูก (Marrow Cavity) โดยผ่านทางท่อแนวขวางหรือแนวเฉียงๆ ซึ่ง แทงทะลุเข้าไป

ในเนื้อกระดูกไปติดต่อกับ Haversian Canal โดยตรงเรียกช่องทางผ่านนี้ว่า Volkmann’s Canal ท่อ Volkmann’s Canal จะไม่มี Concentril Lamellar ล้อมรอบอยู่ แต่ละ Haversian System มีเส้นแบ่งขอบเขตของ Haversian Canal เรียกว่า Cementing Substance เป็น Mineralized Matrix ที่มี Collagen Fiber อยู่เล็กน้อยล้อมรอบอยู่



รูปที่ 2.2 จุลกายวิภาคของกระดูกยาว
ที่มา : Carola และคณะ, 1992

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University



รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของ Single Osteon และ Single Bone Cell ในกระดูกยาว
ที่มา : Carola และคณะ, 1992

กระดูกเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดพิเศษที่สำคัญของร่างกายสัตว์มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ เซลล์กระดูกมี 3 ชนิดคือ Osteoblast, Osteocyte และ Osteoclast นอกจากเซลล์กระดูกแล้วจะมีสารประกอบที่อยู่ระหว่างกระดูก (Bone Matrix หรือ Extracellular Matrix) ประกอบด้วยสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์มากมาย นอกจากนี้ยังมีส่วนของของเหลว เช่น น้ำเลือดและน้ำเหลืองไปหล่อเลี้ยงตลอดเวลากระดูกเป็นอวัยวะที่มีกิจกรรมทั้งการสังเคราะห์และการทำลายเพื่อดึงแคลเซียมไปในประโยชน์ในกิจกรรมต่างๆ ในร่างกาย

1. Losteoblast เป็นเซลล์กระดูกที่ทำหน้าที่สังเคราะห์สารอินทรีย์ของ Bone Matrix และการสะสมของสารอนินทรีย์ของเนื้อกระดูก Bone Matrix ที่ถูก Osteoblast สังเคราะห์ขึ้นมาใหม่ และยังไม่มีการสะสมของแคลเซียม (Calcification) เรียกว่า Osteoid

2. Osteocyte เป็นเซลล์กระดูกที่โตเต็มที่จะพบอยู่ในแอ่งหรือช่องเล็กๆ เรียกว่า Lacuna เซลล์ กระดูกประเภทนี้จะไม่มีการแบ่งตัวอีก แต่จะทำหน้าที่รักษา Matrix ของกระดูกที่เกี่ยวข้องกับการสลายเนื้อกระดูก (Osteolysis) และปลดปล่อยแคลเซียมออกไปสู่กระแสเลือด

3. Osteoclast (Bone Eating Cell) ทำหน้าที่ย่อยสลายส่วนของกระดูกเพื่อตบแต่งรูปร่างของกระดูกโดยจะหลั่งเอ็นไซน์หลายชนิดทำให้มีการย่อย Collagen และมีการละลายของผลึกแคลเซียมออกจากกระดูก Bone Matrix หรือ Extracellular Matrix ประกอบด้วย Organic Matrix และ Inorganic Matrix เป็นส่วนที่เซลล์กระดูกสร้างขึ้นมาส่วนของ Organic Matrix ประกอบด้วย Ground Substance ที่สำคัญได้แก่ Chondroitin Sulfate, Hyaluronic Acid และ Collagen Fiber ส่วน Inorganic Matrix ประกอบด้วยแร่ธาตุและสารอินทรีย์ต่างๆ แร่ธาตุที่สำคัญได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส เป็นส่วนใหญ่โดยรวมตัวคั่นอยู่ในรูปของผลึกบางๆ เรียกว่า Hydroxyapatite Crystal ผลึกเหล่านี้จะเกาะอยู่บนเส้นใยและแทรกอยู่ระหว่างเส้นใยอย่างสม่ำเสมออัตราส่วนระหว่าง Organic Matrix และ Inorganic Matrix ในกระดูกจะเปลี่ยนแปลงตามอายุของสัตว์ เมื่อสัตว์มีอายุมากขึ้น Inorganic Matrix จะมีสัดส่วนมากขึ้นกระดูกอ่อน (Cartilage) กระดูกอ่อนเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดพิเศษชนิดหนึ่งมีความแข็งแรงแต่บิดงอได้ประกอบด้วยเซลล์กระดูกอ่อน (Chondrocyte) และ Extracellular Matrix ที่ประกอบด้วยเส้นใย (Fiber) พวกคลอลาเจน, อีลาสติน และสารที่ทำให้กระดูกอ่อนมีคุณสมบัติเหนียวและยืดหยุ่นได้ (Gel like Substance) เนื้อกระดูกอ่อนจะไม่มีเส้นเลือดผ่านเข้ามาหล่อเลี้ยงโดยตรงเช่นเดียวกับเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดอื่นๆ จะได้รับเลือดจากการแพร่ของเลือดจากเส้นเลือดที่อยู่บริเวณใกล้เคียงผ่านเข้ามาทาง Extracellular Matrix ของกระดูกอ่อน นอกจากนี้ยังไม่พบส่วนของเส้นน้ำเหลืองและเส้นประสาทที่กระดูกอ่อนด้วย เซลล์กระดูกอ่อน (chondrocyte หรือ cartilage cell) ทำหน้าที่สร้างส่วนประกอบของ matrix เช่น collagen, proteoglycans และ hyaluronic acid เป็นต้น การทำงานของเซลล์กระดูกอ่อนถูกควบคุมโดยฮอร์โมนหลายชนิด เช่น GH, Thyroxine และ Testosterone เป็นต้น กระดูกอ่อนสามารถแบ่งตามชนิดของเส้นใยและลักษณะของ Extracellular Matrix ที่เป็นส่วนประกอบได้ 3 ประเภทคือ Hyaline Cartilage, Elastic Cartilage และ Fibrocartilage เป็นต้น Hyaline Cartilage เป็นกระดูกอ่อนชนิดที่พบได้มากที่สุดในร่างกาย ทำหน้าที่เกี่ยวกับการลดการเสียดสี มีลักษณะเรียบและลื่น มีเส้นใยที่มีคลอลาเจนชนิดละเอียดปนอยู่ กระดูกอ่อนชนิดนี้พบได้ที่กระดูกซี่โครงส่วน Costal Cartilage ที่ยึดกระดูกซี่โครงกับกระดูกอก กระดูกอ่อนรูปวงแหวนของท่อทางเดินหายใจ (Tracheal Ring) และกระดูกตรงปลายกระดูกยาวทั้งสองข้าง (Articular Cartilage) รวมทั้งส่วน Epiphyseal Plate ของกระดูกที่กำลังเจริญเติบโต (Growing Bone) Elastic Cartilage เป็นกระดูกอ่อนที่มีความเหนียวหรือยืดหยุ่นดี เนื่องจากมี Elastic Fiber เป็นส่วนประกอบอยู่ในเนื้อกระดูกมาก (Matrix) ส่วน Elastic Cartilage จะพบได้ที่

ส่วนใบหู (Pinna) Epiglottis ท่อในช่องหู (Auditory Tubes) และที่กระดูกอ่อนบางชนิดของกล่องเสียง ส่วน Fibrocartilage หรือ Fibrous Cartilage เป็นกระดูกอ่อนที่มีเส้นใยคลอลาเจนมากมีเซลล์กระดูกอ่อนน้อยเป็นกระดูกอ่อนที่รับแรงกดได้มากและยืดหยุ่นได้น้อยพบได้ในส่วนของร่างกายที่ต้องรับแรงกดมากและพบอยู่ร่วมกับ Fibrous Tissue เช่น บริเวณ Intervertebral Disc Symphysis Pubis Meniscus ตามข้อต่อที่เคลื่อนไหวได้อย่างอิสระ (Synovial Joint) เป็นต้น

ข้อต่อ (Joints) ข้อต่อเป็นส่วนโครงร่างของร่างกายที่เกิดขึ้นตรงบริเวณที่มีกระดูกมาต่อกันหรือมีกระดูก มาต่อกับกระดูกอ่อน (Articular Cartilage) บริเวณนี้จะมีพังผืดที่เป็นเนื้อเยื่อสีขาว (Ligament) มีความเหนียวกว่าเอ็น (Tendon) เป็นส่วนมายึดให้เชื่อมต่อกันบางข้อต่ออาจมีส่วนของกระดูกอ่อนชิ้นเล็กๆ มาช่วยยึดกระดูกไว้หรืออาจมีปลอก (Capsule) มาห่อหุ้มไว้เรียกว่า Joint Capsule ภายในข้อต่ออาจมีของเหลวที่ผลิตจากเซลล์เยื่อบุผิวของผนังภายในปลอกนั้น เพื่อทำหน้าที่ในการหล่อลื่นให้ข้อต่อเคลื่อนไหวได้ดีขึ้น โดยทั่วไปข้อต่อจะทำหน้าที่ประสานกับเอ็นที่ยึดกับกระดูกทำให้เกิดเป็นรูปร่างของสัตว์ นอกจากนี้ทำหน้าที่ในการรับน้ำหนักร่างกายและเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของร่างกาย สามารถแบ่งข้อต่อออกตามความสามารถในการเคลื่อนไหวเป็น 3 กลุ่ม คือ

- Synarthrose Joint หมายถึงข้อต่อชนิดที่ไม่สามารถเคลื่อนไหวได้เลยข้อต่อประเภทนี้ มักเป็นข้อต่อที่ไม่มีช่องว่าง (Joint Cavity) และต่อเชื่อมกระดูกทั้งสองชิ้นเข้าด้วยกันด้วย Fibrous Connective Tissue หรือกระดูกอ่อน ได้แก่ข้อต่อ Sutureo, Syndesmous, Synchodroses, Symphysis และ Pomphoses เป็นต้น

- Amphiarthrose Joint หมายถึงข้อต่อที่สามารถเคลื่อนไหวได้เล็กน้อยเป็นข้อต่อที่ยึดกระดูกไว้ด้วยกระดูกอ่อนเป็นส่วนใหญ่จะมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ Articular Surface, Articular Cartilage, Joint Capsule และ Joint Cavity ข้อต่อชนิดนี้จะมีชื่อเรียกที่แตกต่างกันไปขึ้นกับรูปร่างของข้อต่อหรือขึ้นกับลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อต่อได้แก่ Glinding Joint (Arthrodia) Enarthrose (Ball and Socket Joint) เป็นต้น

- Diarthrose Joint หมายถึงข้อต่อที่มีการเคลื่อนไหวได้ดีเป็นข้อต่อที่พบมากในร่างกายส่วนต่างๆ ของสัตว์เลี้ยง ข้อต่อชนิดนี้มีโครงสร้างที่ประกอบด้วย Articular Cartilage, Joint Capsule ที่เป็น Dense Fibrous Connective Tissue, ในส่วน Articular Capsule บุด้วย Synovial Membrane โดยส่วนของ synovial membrane จะทำหน้าที่สร้างของเหลวที่หล่อเสียง Articular Cartilage และหล่อคืนข้อต่อ (Synovial Fluid) เช่น Synovial Joint การเคลื่อนไหวของข้อต่อ ข้อต่อในร่างกายที่มีการเคลื่อนไหวอย่างอิสระลักษณะการเคลื่อนไหวมีได้หลายแบบ เช่น การเคลื่อนไหวไปข้างหน้า ข้างหลัง (Glinding) การงอข้อต่อ (Flexion) การยืดข้อต่อ (Extension) การหมุนรอบตัว (Rotation) การกางข้อต่อ (Adduction) การหุบข้อต่อ (Abduction) การ

ยึดตัวอย่างเต็มที่ของข้อต่อ (Hyperextension) และการเคลื่อนที่ได้รอบทิศทาง (Circumduction) ข้อต่อในร่างกายสามารถแบ่งออกตามลักษณะการยึดต่อกันของหน้ากระดูกได้แบ่งเป็น 3 ประเภทคือ

1) Fibrous joint เป็นข้อต่อที่หน้าต่อของกระดูกยึดติดกันด้วย Fibrous Connective Tissue ไม่มีช่องว่างภายในข้อกระดูก และสามารถเคลื่อนไหวได้เล็กน้อยหรือแทบจะเคลื่อนไหวไม่ได้เลย มี 3 แบบได้แก่

ก. Suture เป็นข้อต่อที่พบที่รอยต่อของกะโหลกศีรษะ ในขณะที่สัตว์อายุน้อย Suture บางแห่งอาจมีการเคลื่อนไหวได้บ้าง แต่เมื่อสัตว์มีอายุมากขึ้นจะมีกระดูกเข้ามาแทนที่กลายเป็นข้อต่อที่ ติดสนิทไม่สามารถเคลื่อนไหวได้เลย ได้แก่ข้อต่อระหว่าง Occipital Bone และ Parietal Bone ส่วนของ Suture เป็นข้อต่อแบบ Synarthroses

ข. Syndesmosis เป็นที่อยู่ระหว่างปลายกระดูกที่อยู่ห่างกันพอสมควรและยึดติดกันด้วย Fibrous Tissue เช่นข้อต่อระหว่างตัวกระดูก Radius Ulna เป็นข้อต่อแบบ Amphiarthrose

ค. Gomphosis เป็นข้อต่อที่พบที่รากฟัน ยึดติดกับ Bony Socket ของกระดูก Maxilla และ Mandible ด้วย Periodential Ligament จัดเป็นข้อต่อที่เคลื่อนไหวไม่ได้

2) Cartilagenous Joint เป็นข้อต่อที่หน้าต่อของกระดูกยึดติดกันด้วยกระดูกอ่อน (Cartilage) ไม่มีช่องว่างในข้อต่อเคลื่อนไหวได้เล็กน้อยหรือไม่ได้มี 2 แบบ

ก. Synchondrosis เป็นข้อต่อที่ยึดกระดูกยาว 2 ชิ้นไว้ด้วยกันโดย Hyaline Cartilage จัดเป็นข้อต่อที่พบชั่วคราว เมื่อสัตว์เจริญเติบโตเต็มที่จะมีเซลล์กระดูกมาแทนที่หรือเปลี่ยนเป็น กระดูก จะพบข้อต่อนี้บริเวณ Epiphyseal Plate ที่เป็นข้อต่อระหว่าง Epiphysis และ Diaphysis หรือที่ Costal Cartilage ของกระดูกซี่โครงที่ 1 ต่อกับกระดูกอก (Sternum) ข้อต่อนี้จะไม่ถูกเปลี่ยนเป็นกระดูกเมื่อสัตว์โตเต็มที่

ข. Symphysis เป็นข้อต่อที่หน้าต่อกระดูกเชื่อมต่อลันด้วย Fibrocartilage เคลื่อนไหวได้เล็กน้อยมักพบตามแนวกลางลำตัว

ค. Synovial joint เป็นข้อต่อที่สามารถเคลื่อนไหวได้สะดวกที่สุดมีลักษณะเฉพาะคือ

- มี Articular Cartilage ที่เป็นชั้นบาง ๆ ของ Hyaline Cartilage คลุมอยู่ที่ส่วนปลายของกระดูกที่มาต่อกันเป็นข้อต่อ
- มี Fibrous Capsule เป็น Dense Connective Tissue ยึดต่อระหว่างขอบของหน้าต่อกระดูก และถูกเสริมให้แข็งแรงทางด้านนอกด้วย Ligament ที่มีชื่อเรียกต่างกัน

- มี Joint Cavity ซึ่งเป็นช่องว่างภายใน Fibrous Capsule อาจเรียกว่า Synovial Cavity
- มี Synovial Membrane อยู่ด้านในของ Fibrous Capsule ทำหน้าที่สร้าง Synovial Fluid เป็นของเหลวที่ช่วยหล่อลื่นข้อต่อและนำสารต่าง ๆ มาเลี้ยงกระดูกอ่อน (Cartilage) Synovial joint ของร่างกายบางแห่งอาจถูกเสริมให้มีความแข็งแรงมากขึ้น โดยมี Fibrocartilage จากส่วน Articular Capsule แผ่ขยายเข้าไปใน Joint Cavity กลายเป็น Articular Cartilage

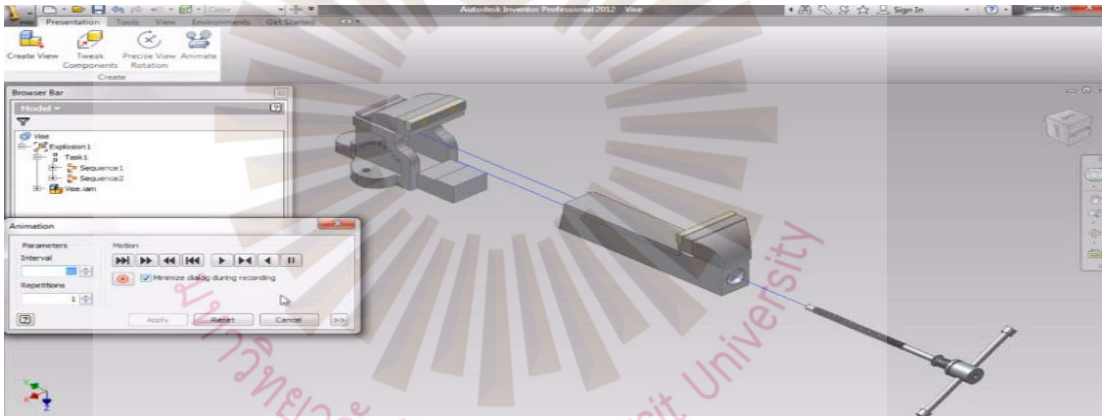
2.3 ประเภทของเลื่อย

โดยในงานวิจัยชิ้นนี้จะขอกล่าวถึงการใช้งานในส่วนของงานพยาธิวิทยาของกระดูกเพื่อช่วยสนับสนุนและลดเวลาในการวินิจฉัยทางพยาธิสภาพของโครงสร้างภายในกระดูกในลักษะต่าง ๆ ตามที่พยาธิแพทย์ต้องการ ซึ่งเครื่องเลื่อยกระดูก เป็นเครื่องมือที่สำคัญอีกประเภทหนึ่งที่มีความจำเป็นต้องใช้สนับสนุนการวินิจฉัยพยาธิสภาพของกระดูก และเพื่อศึกษาความผิดปกติของเซลล์กระดูก การเปลี่ยนแปลงต่างๆ ในทางพยาธิวิทยาของกระดูก โดยในกระบวนการทำงานของงานพยาธิวิทยานั้นจะเริ่มจากการนำกระดูกในส่วนที่ต้องการมาทำการกำหนดสัดส่วนและปริมาณที่ต้องการ และนำไปเข้าสู่กระบวนการเลื่อย โดยในการเลื่อยก็สามารถใช้เลื่อยได้หลายรูปแบบซึ่งขนาดของชิ้นกระดูกที่ต้องการมีความหนาที่เหมาะสมประมาณ 2 มิลลิเมตร โดยจะใช้เวลาในการสลายแคลเซียมในกระดูกน้อยกว่า 24 ชั่วโมง โดยการใช้วิธีการเดิมทางพยาธิวิทยาในการเลื่อยกระดูกจะมีความหนามากกว่า 2 มิลลิเมตร และจะใช้เวลาในการสลายแคลเซียมในเนื้อเยื่อกระดูกมากกว่า 24 ชั่วโมง ถึง 4 สัปดาห์ โดยเครื่องมือต้นแบบที่จะสร้างขึ้นจากงานวิจัยนี้เพื่อตอบสนองในการปฏิบัติงานและได้ผลการวินิจฉัยจากชิ้นเนื้อกระดูกที่รวดเร็ว และเป็นประโยชน์ในการวางแผนการรักษาผู้ป่วยที่รวดเร็วยิ่งขึ้น ในปัจจุบันการเลื่อยกระดูกได้ใช้เลื่อยในลักษณะต่างๆ คือ

1) เลื่อยเหล็ก (เลื่อยมือ) เป็นเลื่อยที่เอาไว้ใช้กับงานเหล็ก งานไม้ ตัวโครงของเลื่อยเหล็กจะทำมาจากเหล็ก แต่มีน้ำหนักเบามีแบบความยาวมาตรฐานและแบบที่สามารถปรับความยาวของใบเลื่อยได้ เลื่อยเหล็กมีขนาด 300x12.5x0.6 มิลลิเมตร มีฟันเลื่อยที่ค่อนข้างละเอียดประมาณ 18-24 ฟัน ลักษณะของการใช้งานเลื่อยประเภทนี้คือต้องใช้การจับชิ้นงานที่แน่นโดยใช้ปากกาจับชิ้นงานแล้วใช้กำลังของคนเป็นผู้เลื่อยซึ่งในการใช้แรงจากคนในบางครั้งจะเกิดความล้าช้าในการเลื่อยกระดูกที่มีขนาดใหญ่และการเลื่อยด้วยมือในบางครั้งจังหวะในการเลื่อยไม่สม่ำเสมอก็จะทำให้ใบเลื่อยเกิดการติดและผิวของชิ้นกระดูกที่ได้จะไม่เรียบ

2) เลื่อยวงเดือน (Circular Saw or Radius Saw) และเลื่อยฉลุไฟฟ้า โดยลักษณะของเลื่อยวงเดือนเป็นเครื่องเลื่อยที่ใบเลื่อยเป็นวงกลมมีฟันรอบๆ วงสามารถตัดชิ้นงานได้อย่างต่อเนื่องมักเป็นชิ้นงานบางๆ เช่น อะลูมิเนียม ไม้ กระดูก สามารถตัดได้ทั้งแนวตรงและเอียงเป็นมุมที่ต้องการ ข้อเสียคือ ถ้าการจับยึดชิ้นงานที่ไม่แข็งแรงพอจะเป็นอันตรายต่อผู้ใช้งานและเกิดความเสียหายต่อชิ้นงานได้ง่าย

3) เลื่อยฉลุ ใช้กับงานไม้หรือวัสดุที่ไม่ใช่โลหะหรือแข็งเกินไป เหมาะกับงานตัดโค้งทำลวดลาย ตัวกรอบของเลื่อยฉลุทำด้วยโลหะ ใบเลื่อยค่อนข้างเล็กมาก มีความอ่อนตัวสามารถปรับหมุนได้รอบทิศเลื่อยฉลุมีสองประเภทคือ ประเภทคอลึกและประเภทคอตื้น ใช้ตัดเข้าไปในชิ้นงานได้มากกว่า เหมาะสำหรับไม้ที่ไม่หนามากนัก ใบเลื่อยมีลักษณะฟันที่ละเอียด โดยในปัจจุบันเลื่อยชนิดนี้ได้พัฒนาการมาใช้ติดตั้งร่วมกับมอเตอร์ไฟฟ้า สามารถทำงานโดยอาศัยหลักการเชิงกลในการหมุนของมอเตอร์ที่มีความเร็วสูงส่งกำลังออกไปหมุนเฟืองที่มีลักษณะเป็นฟันเฉียงเพื่อให้ได้ความเร็วรอบที่สูงขึ้นมากกว่า 3,000 รอบต่อนาที และต้องอาศัยอุปกรณ์ที่ช่วยจับยึดที่ดีตามความหลากหลายของรูปทรงของกระดูกที่มั่นคงแข็งแรงในการจับอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานโดยทั่วไปมีลักษณะ ดังนี้



รูปที่ 2.4 ภาพวาดปากกาจับชิ้นงาน

ที่มา : http://www.boomtools.net/article-th-92660.html

2.4 ประเภทปากกาจับชิ้นงาน

ปากกาจับชิ้นงาน (Bench Vise) หรืออาจจะเรียกสั้นๆ ว่าปากกาจับงานเป็นเครื่องมือช่างชนิดหนึ่งที่ใช้สำหรับประกอบหรือใช้สำหรับการทำงาน โดยใช้จับ ยึด บีบ อัด ชิ้นงานให้แน่นเพื่อให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการอย่างเที่ยงตรง คล้ายกับตัวกำหนดตำแหน่งและเพื่อให้สะดวกต่อการปฏิบัติงานอื่น เช่น ใช้จับไม้ โลหะ พลาสติก ฯลฯ เพื่อให้สามารถต่อต้านแรงที่เกิดจากการตัด เจาะ ตอก ขัด หรือตะไบของเครื่องมือที่กระทำต่อชิ้นงานได้เป็นอย่างดี โดยปากกาจับชิ้นงานต้องถูกทำให้มีความแข็งแรงเพียงพอที่จะต้านทานแรงเพียงพอที่จะต้านทานแรงที่เกิดจากการตัดได้ แต่ก็จะ

ไม่มากเกินไปที่จะทำให้แรงในการยึดจับนั้นไปทำให้ชิ้นงานบุบสลายหรือแตกหัก ปากกาจับชิ้นงานมีหลายชนิด เช่น

1) ปากกาจับโลหะ เป็นปากกาที่ยึดแน่นบนโต๊ะสำหรับใช้งาน ใช้สำหรับจับโลหะให้แน่นเพื่อตัด ขัด เจาะ ตะไบ ลบคม หรือขันชิ้นงานต่างๆ

รูปที่ 2.5 ปากกาจับโลหะ

ที่มา:http://www.arkarnsin.com/item/NN0140885.jpg

การบำรุงรักษา

- ไม่ใช้ปากการองรับเหล็กเพื่อทุบจะทำให้ปากกาแตกหักได้ง่าย
- ทำความสะอาดทุกส่วนของปากกาจับชิ้นงาน หลังจากทำความสะอาดปากกาจับชิ้นงานเสร็จ ให้ชโลมด้วยน้ำมันเพื่อป้องกันสนิม
- เมื่อเลิกใช้งานขันปากกาเข้าไปให้ชิด

2) ปากกาจับไม้ มีอยู่หลากหลายแบบแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับลักษณะของการใช้งาน เช่น

2.1) ปากกาหัวโต๊ะ เป็นปากกาที่ยึดแน่นอยู่กับด้านข้างหัวโต๊ะใช้งานใช้สำหรับจับไม้ในการตัด

การบำรุงรักษา

- เมื่อเลิกใช้งานขันปากกาเข้าไปให้ชิด
- ทำความสะอาดทุกส่วนของปากกาจับชิ้นงาน หลังจากที่ทำความสะอาดปากกาจับชิ้นงานเสร็จ ให้ใส่จารบีที่เกลียวหมุนของปากกาจับชิ้นงาน

2.2) ปากกาจับไม้ เป็นปากกาจับชิ้นงานที่มี 2 ส่วนเป็นไม้ เลื่อนเข้าหากันโดยใช้เกลียวน็อตขนาดใหญ่เป็นไม้หรือเป็นน็อตโลหะซ้าย – ขวา ใช้สำหรับบีบ อัด ไม้แผ่นเข้าหากันให้แน่น

การบำรุงรักษา

- เมื่อเลิกใช้ทำความสะอาดทุกส่วนของปากกาจับชิ้นงาน
- ขันเกลียวน็อตทั้ง 2 ข้าง ให้ตัวปากกาเข้าหากันให้แน่น
- ทาจารบีที่เกลียวน็อต (โลหะ)

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

3) ปากกาอัดไม้หรือแม่แรงอัดไม้ เป็นปากกาจับชิ้นงานที่ใช้สำหรับในการอัดไม้เข้าหากันให้แน่น

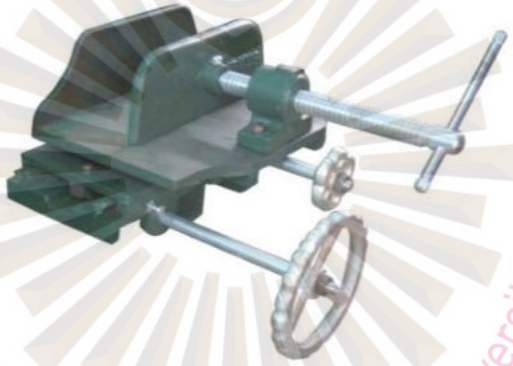
การบำรุงรักษา

- เมื่อเลิกใช้ให้เลื่อนปากกาเข้าชิดกันแล้วขันเกลียวให้ชิด
- ทำความสะอาดทุกส่วนของปากกาจับชิ้นงาน หลังจากที่ทำความสะอาดปากกาจับชิ้นงานเสร็จให้ชโลมน้ำมันและทาจารบีที่เกลียวของปากกาจับชิ้นงาน
- เลื่อนหน้าจับไม้ด้านท้ายเข้าหาด้านหน้า แล้วขันเกลียวให้หน้าทั้ง 2 ชิดกัน
- ไม่ใช้ปากกาอัดไม้เป็นที่รองรับในการทุบเหล็กหรือทุบตะปู

4) ปากกาจับไม้ติดโต๊ะ สำหรับจับไม้เวลาวัดและตัด

การบำรุงรักษา

- ต้องทำความสะอาดและหยอดน้ำมันกันสนิมอยู่เสมอ



รูปที่ 2.6 ปากกาจับไม้

ที่มา : http://www.arkarnsin.com/item/NN0140994.jpg

หลักการของการยึดจับชิ้นงาน

กฎเกณฑ์ขั้นพื้นฐานของการยึดจับชิ้นงาน

1. ตำแหน่งของปากกาหรือตัวยึดจับชิ้นงาน

ปากกาชิ้นงานจะต้องสัมผัสกับตรงจุดที่แข็งแรงที่สุดของชิ้นงานเสมอเพื่อป้องกันไม่ให้แรงที่เกิดจากการยึดจับนั้นไปทำให้ชิ้นงานเกิดการแอ่นโค้งหรือถูกทำให้เสียหาย ถ้าจุดที่จะถูกยึดจับนั้นอาจถูกแรงของการยึดจับทำให้ชิ้นงานเกิดแอ่นโค้งขึ้นได้ ชิ้นงานจะต้องถูกรองรับไว้ด้วยตัวรองรับชิ้นงานด้วย นอกจากนี้ตัวยึดจับชิ้นงานต้องไม่ถูกวางไว้ในตำแหน่งที่จะไปขัดขวางการทำงานของเครื่องมือตัด อาจทำให้การทำงานของเครื่องจักรต่อชิ้นงานเป็นอย่างยากลำบาก ดังนั้นจึงเป็น

สิ่งที่สำคัญมากต่อการที่จะต้องกำหนดที่ตั้งของตัวยึดจับชิ้นงานให้อยู่ในตำแหน่งที่จะทำงานต่างๆ ได้อย่างง่ายดายและปลอดภัย

2. แรงจากเครื่องมือตัด

แรงที่เกิดจากการตัดชิ้นงานของเครื่องตัดถูกต่อต้านจากชิ้นงานที่ถูกตัดหรือเฉือน (Sheared) ที่อยู่ภายในปากกาจับชิ้นงาน ดังนั้นเพื่อที่จะยึดจับชิ้นงานให้ถูกต้องนักออกแบบปากกาจับชิ้นงานจึงจำเป็นที่จะต้องรู้จักเครื่องมือ (Tool) คืออะไร ชนิดของการตัดเป็นอย่างไร และมีทิศทางในการตัดอย่างไร การออกแบบให้ได้ผลดีจะต้องสามารถใช้แรงที่เกิดจากการตัดมาเป็นประโยชน์ด้วย

แรงในการตัดส่วนมากจะเป็นแบบทิศทางกดลงและถูกต้านทานโดยฐานของปากกาจับชิ้นงาน นอกจากนี้แรงบิดที่เกิดก็จะทำให้ชิ้นงานที่ถูกตัดหรือถูกเจาะหมุนรอบแกนของดอกสว่านได้ และอีกแรงหนึ่งคือ แรงที่ทำให้เกิดการปีนขึ้นของชิ้นงานในระหว่างการเจาะเมื่อดอกสว่านเจาะทะลุอีกด้านหนึ่งของชิ้นงาน สำหรับปากกาจับชิ้นงานแรงที่จะทำให้ชิ้นงานหมุนรอบดอกสว่านจะถูกต่อต้านโดยตัวกำเนิดตำแหน่ง (Locators) ที่อยู่รอบชิ้นงานที่ทำการยึดให้ชิ้นงานติดแน่นในตำแหน่งเดิมและสำหรับแรงที่จะทำให้ชิ้นงานปีนขึ้นนั้นการใส่ตัวยึดจับ (Clamp) ให้ยึดชิ้นงานก็จะเป็นการช่วยให้ชิ้นงานติดแน่นอยู่ในตำแหน่งนั้นโดยไม่เกิดการเคลื่อนที่ขึ้นด้านบน

3. แรงในการยึดจับชิ้นงาน

แรงในการยึดจับชิ้นงานนี้เป็นแรงที่จำเป็นจะต้องมีเพื่อสำหรับยึดจับชิ้นงาน ให้อยู่นิ่งตรงตำแหน่งที่กำหนดไว้ในระหว่างที่เครื่องจักรกำลังทำงานและแรงนี้จะถูกต่อต้าน โดยกำหนดตำแหน่งเดิมหรือถูกดึงออกจากปากกาจับชิ้นงานในระหว่างที่ชิ้นงานถูกกระทำอยู่ สำหรับชนิดของตัวยึดจับชิ้นงานและปริมาณของแรงที่จำเป็นต้องใช้ในการยึดจับชิ้นงานนั้นจะถูกพิจารณาจากแรงของเครื่องมือที่จะกระทำต่อชิ้นงานและตำแหน่งของชิ้นงานที่ถูกกำหนดไว้

ตามกฎทั่ว ๆ ไปแรงที่ใช้ในการยึดจับชิ้นงานควรจะใช้เป็นปริมาณที่พอเพียงแค่ยึดจับชิ้นงานและต้านทานกับตัวกำหนดตำแหน่งเท่านั้น ตัวกำหนดตำแหน่งควรจะต่อต้านแรงกดลงได้เป็นอย่างดี

2.5 ชนิดของตัวยึดจับชิ้นงาน

นักออกแบบเครื่องมือจะเลือกใช้ตัวยึดจับชิ้นงานชนิดนั้นก็จะต้องพิจารณาดูจากรูปร่างและขนาดของชิ้นงาน ชนิดของจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์ (ที่ทำหน้าที่ในการยึดจับชิ้นงาน) ที่ถูกนำมาใช้งานและต้องดูว่างานที่จะทำนั้นจะทำอย่างไร นักออกแบบจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์จะต้องเลือกตัวยึดจับชิ้นงานที่มีลักษณะธรรมดาที่สุด ใช้งานได้ง่ายที่สุด และมีประสิทธิภาพสูงที่สุดด้วย ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างชิ้นงานแบบต่างๆ

1. ตัวยึดแบบแผ่น

เป็นตัวยึดจับงานแบบที่ธรรมดาที่สุดที่ใช้กับจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์ สำหรับหลักการทำงานเบื้องต้นของตัวยึดจับชิ้นงานแบบนี้ก็เป็นแบบเดียวกันกับระบบคานงัด ตัวยึดจับแบบนี้สามารถแบ่งออกได้ตามชนิดของการทำงานของคานงัดเป็น 3 กลุ่ม ตัวยึดจับชิ้นงานกลุ่มแรกที่การทำงานจะมีจุดหนุน (Fulcrum) อยู่ระหว่างชิ้นงานกันจุดที่ทำปฏิกิริยา (Effort) กลุ่มที่ 2 จะมีการทำงานของตัวยึดจับชิ้นงานโดยที่ชิ้นงานจะอยู่ระหว่างจุดหมุนกับจุดปฏิกิริยา และกลุ่มที่ 3 จะมีการทำงานโดยจุดปฏิกิริยาอยู่กลางระหว่างชิ้นงานกับจุดหมุน

ตัวยึดแบบแผ่นนี้จะถูกใช้งานเป็นส่วนมากในทุก ๆ พื้นที่ของจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์ ยังมีแบบอื่น ๆ ของตัวยึดแบบแผ่นอีกคือ แบบบานพับ แบบเลื่อน และแบบหมุน

ในการทำงานของตัวยึดแบบแผ่น จุดหมุน (Fulcrum) จะถูกกำหนดไว้โดยทำให้แผ่นประกบ (Clamp Bar) จะต้องขนานกับฐานของจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์ตลอดเวลา แต่ในบางครั้งชิ้นงานอาจจะมีความหนาแตกต่างกันบ้างซึ่งก็ไม่เสมอไปนัก แต่ก็อาจเป็นไปได้เพื่อที่จะแก้ไขผลของการที่ชิ้นงานมีความหนาแตกต่างกันเล็กน้อยนี้ ซึ่งจะทำให้แผ่นประกบไม่ขนานกันฐานของจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์และจะเกิดแรงเครียด (Stresses) ขึ้นที่เลียวที่ยึด ดังนั้นในกรณีนี้เราจึงใช้แหวนและน็อตที่มีรูปทรงกลม เพื่อที่จะลดแรงเครียดที่เกิดขึ้นมาดังกล่าว

ตัวยึดแบบแผ่นสามารถที่จะนำมาใช้งานโดยการใช้แรงคนหรือใช้สิ่งประดิษฐ์อย่างอื่นช่วย สำหรับสิ่งที่ต้องใช้แรงคนช่วยได้แก่ น็อตหกเหลี่ยม (Hex Nuts) ลูกบิด (Hand Knob) และลูกบิดเบี้ยว (Cam) ส่วนแบบใช้สิ่งประดิษฐ์อย่างอื่นช่วย คือ ที่ใช้ส่งกำลังโดยไฮดรอลิค (Hydraulic) หรือระบบลมอัด (Pneumatic System)

กำลัง (Power) ในการยึดจับชิ้นงานของตัวยึดแบบแผ่นจะถูกพิจารณาจากขนาดของเกลียวที่ใช้กับตัวยึดแบบแผ่น เมื่อใช้สกรูในขนาดต่าง ๆ กัน และในตารางนี้จะเป็นสกรูที่นิยมใช้กันมากที่สุด 6 ขนาด ทั้งระบบอังกฤษและระบบเมตริก และค่าที่แสดงนี้มีพื้นฐานจากสลักเกลียว (Bolts) มาตรฐานที่มีค่าความแข็งแรงทางดึงต่ำสุด 50,000 psi (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) สำหรับสลักเกลียวที่มีขายอยู่ตามท้องตลาดทั่ว ๆ ไปจะมีค่าความแข็งแรงทางดึงต่ำสุดอยู่ระหว่าง 75,000 ถึง 100,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

2. ตัวยึดจับแบบใช้สกรู

เป็นตัวยึดจับชิ้นงานซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง สำหรับใช้กับจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์ซึ่งตัวยึดจับชิ้นงานแบบใช้สกรู (Screw Clamps) จะทำให้นักออกแบบจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์สามารถนำไปใช้เป็นประโยชน์ได้อย่างมากโดยลดความยุ่งยากในการออกแบบ ค่าใช้จ่าย และใช้ได้ในหลายๆ กรณี แต่ตัวยึดแบบใช้สกรูนี้ก็มีข้อเสียอยู่อย่างหนึ่งก็คือ ในการใช้งานด้วยตัวยึดแบบใช้สกรูทำงานได้ช้ากว่า

ตัวยึดจับชิ้นงานแบบอื่นๆ สำหรับพื้นฐานของตัวยึดจับแบบนี้จะใช้แรงจากเกลียวในการยึดจับชิ้นงานให้อยู่ตามตำแหน่งของมัน ซึ่งอาจกระทำโดยตรงหรือกระทำคู่กับตัวยึดจับชิ้นงานแบบอื่น

ตัวยึดจับชิ้นงานแบบใช้สกรูนี้มีอยู่หลายแบบด้วยกัน และได้มีการผลิตมาขายอยู่ในท้องตลาด โดยได้มีการปรับปรุงการทำงานให้มีผลดีมาที่สุดและลดข้อเสียต่าง ๆ ลงไป สำหรับต่อไปนี้จะกล่าวถึงตัวยึดจับชิ้นงานแบบใช้สกรูที่มีขายตามท้องตลาดและได้ปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพสูงในการทำงาน

3. ตัวยึดจับแบบสวิง

เป็นตัวยึดจับชิ้นงานแบบที่ใช้การทำงานร่วมกันระหว่างตัวยึดจับชิ้นงานแบบสำหรับหมุน (Swinging arm) ซึ่งหมุนอยู่ด้านเดือย (Stud) โดยที่แรงที่ยึดติดกับชิ้นงานนี้จะกระทำโดยสกรูและมีการกระทำในที่ต่าง ๆ ที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว

4. ตัวยึดจับแบบตาขอ

ตัวยึดจับแบบตาขอ สำหรับตัวยึดชิ้นงานแบบตะขอนี้มีลักษณะคล้ายๆ กับแบบสวิงแต่ว่าจะเล็กกว่ามาก สำหรับตัวยึดจับชิ้นงานแบบตะขอนี้จะมีประโยชน์สำหรับการยึดจับชิ้นงานในที่ที่ต้องการใช้ตัวยึดจับชิ้นงานเล็กหลาย ๆ อัน แทนการใช้อันใหญ่เพียงอันเดียว และตัวยึดจับชิ้นงานแบบตะขอที่ถูกดัดแปลงแล้ว (Modified Hook Clamp) ซึ่งจะถูกใช้งานสำหรับชิ้นงานที่จะถูกกระทำจากด้านที่อยู่ตรงข้ามกับจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์นั้น

5. ตัวยึดจับแบบใช้ลูกบิดเร็วพิเศษ

จะมีประโยชน์มากในการใช้งานทำให้ทำงานได้รวดเร็วเป็นการลดค่าใช้จ่ายลง ลูกบิดแบบนี้จะถูกทำขึ้นมาโดยทำให้เมื่อแรงดันหรือแรงกดที่กระทำต่อลูกบิดลด ลงแล้วก็สามารถที่จะเอียงลูกบิดก็สามารถที่จะเลื่อนลูกบิดออกมาจากสลัก เกลียวได้เลย ลูกบิดเร็วพิเศษนี้จะถูกเอียงและเลื่อนเข้าไปตามสลักเกลียวจนกระทั่งไปสัมผัสกับชิ้นงาน จากนั้นก็หมุนลูกบิดให้เข้ากับเกลียวของสลักเกลียวจนกระทั่งลูกบิดหมุนติดแน่นอยู่กับชิ้นงาน

6. ตัวยึดจับชิ้นงานแบบใช้ลูกเบี้ยว

ตัวยึดจับชิ้นงานแบบลูกเบี้ยวนี้จะถูกนำมาใช้งานในกรณีที่ต้องการความรวดเร็วมีประสิทธิภาพและยึดจับชิ้นงานแบบธรรมดา ๆ และการใช้งานของลูกเบี้ยวนี้จะถูกจัดให้ใช้ได้กับงานบางอย่างเท่านั้น ตัวยึดจับงานแบบลูกเบี้ยวซึ่งส่งแรงกดโดยตรงไปยังชิ้นงานเลยนั้นจะไม่ถูกนำไปใช้กับงานที่มีการสั่นสะเทือนอย่างมาก เพราะว่าการสั่นสะเทือนอย่างแรงนี้อาจจะทำให้ตัวจับชิ้นงานเลื่อนหลุดไปได้ซึ่งจะเป็นอันตรายอย่างมาก นอกจากนี้จะต้องระมัดระวังเวลาที่ใช้ตัวยึดจับชิ้นงานแบบลูกเบี้ยวที่กดลงโดยตรงกับชิ้นงาน เนื่องจากอาจจะทำให้ชิ้นงานเลื่อนหรือเคลื่อนที่ไปจาก

ตำแหน่งเดิมได้ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องป้องกันเหตุการณ์อย่างนี้ โดยทำให้ชิ้นงานอยู่ในตำแหน่งที่ถูกรองรับด้วยตัวกำหนดตำแหน่งในขณะที่กำลังยึดจับชิ้นงาน

ตัวยึดจับชิ้นงานแบบลูกเบี้ยวที่ถูกทำขายอยู่ในท้องตลาดนี้ส่วนมากจะใช้งานคู่กับตัวยึดแบบแผ่น ซึ่งในการใช้ตัวยึดจับชิ้นงานแบบลูกเบี้ยว (Cam Clamp) ร่วมกับตัวยึดจับชิ้นงานแบบเรียบ (Strap Clamp) นี้จะทำให้เกิดผลดีในการยึดจับชิ้นงาน คือจะช่วยลดการเลื่อนหรือเคลื่อนที่ออกจากตำแหน่งเดิมของชิ้นงานในขณะที่ทำการยึดจับชิ้นงานสำหรับการทำงานของลูกเบี้ยวในการยึดจับชิ้นงานของจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์นี้จะมีการใช้ลูกเบี้ยวอยู่ 3 แบบด้วยกันคือ แบบแผ่นเยื้องศูนย์ แบบแผ่นสไปรัล และแบบทรงกระบอก ดังมีรายละเอียดดังนี้

6.1 ลูกเบี้ยวแบบแผ่นเยื้องศูนย์

เป็นลูกเบี้ยวแบบที่ทำได้ง่ายที่สุด และสามารถที่จะทำงานได้หลายทิศทางจากจุดศูนย์กลางของลูกเบี้ยวเองการทำงาน ของลูกเบี้ยวแบบนี้ก็คือลูกเบี้ยวจะทำการล็อคหรือทำการยึดชิ้นงานให้แน่น เมื่อลูกเบี้ยวเคลื่อนที่มาอยู่ตรงตำแหน่งสูงสุดวัดจากจุดศูนย์กลาง อย่างไรก็ตามการใช้งานของลูกเบี้ยวแบบเยื้องศูนย์นี้ก็มีข้อจำกัดก็คือ จะทำการยึดชิ้นงานให้แน่นเต็มที่นั้นมีช่วงการยึดแน่นน้อยมากถ้าลูกเบี้ยวเคลื่อนที่ไม่ถึงจุดสูงสุดแล้วก็อาจเลื่อนหลุดได้ ซึ่งจากเหตุผลนี้ทำให้ลูกเบี้ยวแบบเยื้องศูนย์นี้ยึดจับงานได้ไม่ดีเท่ากับลูกเบี้ยวแบบสไปรัล

6.2 ลูกเบี้ยวแบบแผ่นสไปรัล

เป็นลูกเบี้ยวแบบที่นิยมใช้กันมากที่สุดในจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์ ซึ่งในท้องตลาดก็มีการทำลูกเบี้ยวแบบสไปรัลออกมาขายมากกว่าแบบเยื้องศูนย์ เนื่องจากว่าลูกเบี้ยวแบบสไปรัลนี้จะมีคุณสมบัติยึดจับชิ้นงานได้ดีกว่า และมีพื้นหรือช่วงในการยึดจับชิ้นงานได้มากกว่า

6.3 ลูกเบี้ยวแบบทรงกระบอก

เป็นลูกเบี้ยวแบบที่นิยมใช้กับจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์ เช่นกันการทำงานของลูกเบี้ยวแบบทรงกระบอกนี้ ลูกเบี้ยวแบบทำงานเร็วพิเศษที่ถูกทำออกขายในท้องตลาด ซึ่งใช้หลักการทำงานของลูกเบี้ยวทรงกระบอกรวมกับวิธีการการทำให้รวดเร็วในการยึดจับและคลายชิ้นงานหลักซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป

7. ตัวยึดจับชิ้นงานแบบลิ่ม

การใช้ตัวยึดจับชิ้นงานแบบลิ่มนี้เป็นการนำหลักการมาจากการใช้ผิวเอียงยึดชิ้นงานให้แน่นคล้าย ๆ กับการใช้ลูกเบี้ยว สำหรับตัวยึดจับชิ้นงานแบบใช้ลิ่มที่พบอยู่ทั่ว ๆ ไปนี้จะมีอยู่ 2 แบบคือ แบบลิ่มแผ่นเรียบ (Flat Wedge) และแบบลิ่มรูปกรวย (Conical Wedge)

7.1 ลิ่มแบบแผ่นเรียบ (Flat Wedge)

ลิ่มแบบแผ่นเรียบนี้จะยึดชิ้นงานให้ติดแน่นโดนการใช้การกระทำที่เกี่ยวพันระหว่างลิ่มนี้ส่วนหนึ่งของจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์ ลิ่มที่ใช้จะมีมุมเอียงเล็กน้อยประมาณ 1-4 องศา ปกติแล้วลิ่มแบบนี้จะทำการยึดจับชิ้นงานได้ด้วยตัวเองโดยไม่ต้องสร้างอะไรเพิ่มเติม แต่สำหรับลิ่มที่มีมุมขนาดใหญ่หรือลิ่มที่ยึดชิ้นงานไม่ได้ด้วยตัวเองจะถูกนำไปใช้งานเมื่อมีการเคลื่อนที่ในระยะทางที่มากกว่า และเนื่องจากลิ่มแบบนี้ไม่สามารถจะยึดงานด้วยตัวของมันเองได้ ดังนั้นจึงต้องใช้ลูกเบี้ยวหรือสกรูช่วยยึดด้วย

7.2 ลิ่มรูปกรวย (Conical Wedge)

ลิ่มรูปกรวยหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าแมนเดล (Mandrel) ลิ้มแบบรูปกรวยนี้จะถูกนำมาใช้กับชิ้นงานที่มีรูปเพื่อที่อัดหรือใส่แมนเดลเข้าไปในรูปนั้น แมนเดลนี้จะมีอยู่ 2 แบบ คือแบบที่ขยายขนาดได้และแบบที่มีขนาดแน่นอน สำหรับแทนเดลที่มีขนาดแน่นอนนั้นจะใช้ได้กับชิ้นงานเพียงขนาดเดียวเท่านั้น ส่วนแมนเดลที่ขยายได้นั้นจะใช้ได้กับชิ้นงานที่มีขนาดอยู่ในที่กำหนดช่วงหนึ่ง ๆ ที่มีความฟิตเดียวกัน

8. ตัวยึดจับชิ้นงานแบบใช้ท็อกเกิล

ตัวยึดจับชิ้นงานแบบท็อกเกิลที่ใช้กันเสมอนี้จะมีการทำงานเพื่อยึดจับชิ้นงานอยู่ 4 แบบ คือ Hold Down (แบบกดลง), Squeeze (แบบอัดกลาง), Pull (แบบดึงกลับ) Straight Line (แบบดันไปข้างหน้า) สำหรับตัวยึดจับชิ้นงานแบบตัวท็อกเกิลนี้มีการเคลื่อนไหวทำงานที่รวดเร็วมากสามารถที่จะยึดชิ้นงานและคลายชิ้นงานออกได้อย่างรวดเร็วจึงทำให้สับเปลี่ยนชิ้นงานได้รวดเร็วมาก และข้อดีอีกอย่างหนึ่งของตัวยึดจับชิ้นงานแบบท็อกเกิลก็คือ มีอัตราส่วนระหว่างแรงที่ได้จากการยึดจับชิ้นงาน (Holding Force) ต่อแรงที่ใช้ไป (Application Force) จะมีค่าสูงมาก การทำงานของตัวยึดจับชิ้นงานแบบท็อกเกิลนี้จะใช้ระบบของคันโยกและจุดหมุนบนเดือย 3 จุด คือเมื่อตัวยึดจับชิ้นงานกำลังทำงานอยู่หรือกำลังล็อคชิ้นงาน เดือยทั้ง 3 อันนี้จะอยู่ในตำแหน่งเส้นตรงเดียวกันและเมื่อทำการถอนออกหรือคลายล็อคเดือยและคันโยกจะถูกอยู่ในตำแหน่ง

9. ตัวยึดจับชิ้นงานแบบใช้กำลัง

ตัวยึดจับชิ้นงานแบบนี้ได้ถูกดัดแปลงมาจากตัวยึดจับชิ้นงานแบบที่ใช้การทำงานจากลม โดยเปลี่ยนมาใช้การทำงานด้วยกำลังอย่างอื่นแทน เช่น ใช้ไฮโดรลิค (Hydraulic Power) กำลังลม (Pneumatic Power) หรือตัวเพิ่มกำลังโดยใช้อากาศ และไฮโดรลิค (Air to Hydraulic Booster) ระบบที่ใช้เหล่านี้จะถูกพิจารณาโดยชนิดของกำลังที่สามารถให้ประโยชน์ได้ดี สำหรับระบบที่ใช้ตัวเพิ่มกำลังโดยใช้อากาศและไฮโดรลิคจะถูกนำมาใช้งานมากที่สุด สำหรับการใช้ตัวยึดจับชิ้นงาน

แบบใช้กำลังนี้มีข้อดีก็คือทำให้สามารถควบคุมแรงในการยึดจับชิ้นงานได้ดีและมีการสึกหรอของชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนที่ของตัวยึดจับชิ้นงานน้อยมาก และในการทำงานเป็นไซเคิล (Cycles) จะทำได้อย่างรวดเร็ว ส่วนข้อเสียก็คือราคาจะสูงมาก แต่ก็คุ้มค่ากับการใช้เพราะจะมีผลผลิตเพิ่มมากขึ้นอีกทั้งประสิทธิภาพก็สูงขึ้นด้วย

10. หัวจับและปากกา (Chucks and Vised)

สำหรับกับงานและปากกาที่ถูกผลิตขึ้นมาเพื่อจำหน่ายทั่ว ๆ ไปนั้นจะถูกผลิตขึ้นมาให้ใช้กับจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์หลาย ๆ ชนิด หรือหลาย ๆ ขนาด ทั้งนี้เพื่อให้เป็นการลดค่าใช้จ่ายลงไป นักออกแบบจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์จึงได้ดัดแปลงให้ปาก (Jaws) ของหัวจับให้ใช้ได้กับงานหลาย ๆ ชนิด หรือหลาย ๆ ขนาดโดยให้เลื่อนเข้าออกเพื่อจับชิ้นงาน ส่วนปากของหัวจับแผ่นกลมที่ถูกดัดแปลงอย่างง่าย ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน สำหรับตัวยึดจับชิ้นงานแบบต่าง ๆ ตามที่ต้องการ การใช้หัวจับงานและปากกาที่เป็นมาตรฐานสำหรับเครื่องมือพิเศษต่าง ๆ จะช่วยให้นักออกแบบจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์ประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายในขณะที่ประสิทธิภาพของงานก็จะเพิ่มสูงขึ้น

11. การยึดจับชิ้นงานแบบไม่ใช่ทางกล

การยึดจับชิ้นงานแบบนี้จะถูกออกนำมาใช้เมื่อชิ้นงานไม่สามารถที่จะถูกยึดจับโดยวิธีทางกลตามที่กล่าวมาข้างต้น ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะขนาด รูปร่าง หรือการบิดตัวของชิ้นงาน สำหรับชนิดใหญ่ ๆ ของการยึดจับชิ้นงานแบบไม่ใช่คุณสมบัติทางกลที่ใช้กันอยู่ในงานอุตสาหกรรมจะมีอยู่ 2 อย่างคือแบบที่ใช้แม่เหล็ก (Magnetic) และสุญญากาศ (Vacuum) มีดังรายละเอียดต่อไปนี้

11.1 หัวจับแบบแม่เหล็ก

สำหรับการยึดจับชิ้นงานโดยใช้แม่เหล็กนี้จะถูกจำกัดว่าจะต้องใช้กับชิ้นงานที่เป็นเหล็กเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามด้วยสิ่งประดิษฐ์ทางกล วัสดุเกือบทุกชนิดสามารถที่จะถูกยึดจับโดยการใช้แม่เหล็กได้เช่นกัน และหัวจับแบบแม่เหล็ก และอุปกรณ์ที่ใช้ด้วยกันหลาย ๆ แบบ ที่นิยมใช้กันทั่วไป การใช้หัวจับแบบแม่เหล็กในการจับชิ้นงานเพื่อทำการกัดร่องลิ่มบนเครื่องกด (Magnetic Keyway-Milling Fixture)

11.2 หัวจับแบบสุญญากาศ

การยึดจับชิ้นงานแบบใช้สุญญากาศนี้จะถูกใช้สำหรับงานที่ไม่มีคุณสมบัติทางแม่เหล็ก (แม่เหล็กดูดไม่ติด) หรืองานที่ต้องถูกจับยึดเสมอกัน การทำงานของหัวจับแบบนี้จะคล้ายกันกับการทำงานของหัวจับแบบแม่เหล็ก ปละหัวจับแบบสุญญากาศนี้สามารถที่จะใช้งานได้ด้วยวิธีการทำงานของเครื่องจักรทุกชนิด

การยึดจับชิ้นงานแบบพิเศษ

เครื่องมือสำหรับยึดจับชิ้นงานที่กล่าวมาข้างต้นนั้นโดยทั่ว ๆ ไปจะยึดจับชิ้นงานโดยที่ชิ้นงานจะมีรูปร่างส่วนสัดเหมือน ๆ กันทุกด้าน (Symmetrical Shapes) หรือชิ้นงานที่ให้ความสะดวกในการยึดจับ แต่ก็มีการทำงานบางอย่างที่นักออกแบบจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์จะต้องพบในระหว่างคิดค้นการยึดจับชิ้นงาน ปัญหาที่เกิดก็คือการยึดจับชิ้นงานที่มีรูปร่างแปลก ๆ และการยึดจับชิ้นงานที่ทำการยึดจับครั้งละหลาย ๆ ชิ้น ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การยึดจับชิ้นงานที่มีรูปร่างพิเศษ

มีอยู่หลายวิธีการที่สามารถนำมาใช้ในการยึดจับชิ้นงานที่มีรูปร่างลักษณะ เป็นรูปร่างพิเศษ สำหรับวิธีที่ดีที่สุดคือการทำตัวยึดจับชิ้นงานและตัวกำหนด ตำแหน่งให้มีเหมือนกับรูปร่างของชิ้นงานเลย โดยใช้วิธีการหล่อ (Casting) ให้เป็นรูปร่างพิเศษสำหรับชิ้นงานนั้น ๆ และสำหรับส่วนผสมที่นิยมใช้กันมากที่สุดในการหล่อให้เป็นรูปร่างพิเศษก็คือ อีป็อกซี เรซิน (Epoxy Resin) และโลหะผสมหลอมอุณหภูมิต่ำ (Low-Melt Alloy)

1.1 อีป็อกซี เรซิน

สำหรับอีป็อกซี เรซินนี้จะถูกนำมาใช้หล่อให้เป็นปากกาพิเศษ หรือปากของหัวจับ โดยอีป็อกซี เรซินนี้สามารถจะถูกนำมาใช้ได้ทันที หรือจะนำมาผสมกับวัสดุอื่น เช่น ทราย หรือแก้วก็ได้ อีป็อกซี เรซิน นี้สามารถทำให้เป็นรูปร่างได้ง่าย โดยการวางชิ้นงานไว้ในแบบแล้วจึงใส่อีป็อกซี เรซิน ลงไปและเมื่ออีป็อกซี เรซินแข็งตัวแล้วก็สามารถเอาชิ้นงานออกและนำส่วนที่หล่อไว้มาใช้งานต่อไป

1.2 โลหะจุดละลายต่ำ

การใช้โลหะผสมหลอมอุณหภูมิต่ำมีโลหะผสมอยู่หลายอย่างที่นิยมใช้กันเป็นส่วนมาก ได้แก่ตะกั่ว (Lead), ดีบุก (Tin), บิสมัธ (Bismuth), และอันติโมนี (Antimony) โดยใช้หล่อให้เป็นรูปพิเศษ โดยวิธีการนี้ชิ้นงานจะถูกวางตั้งไว้บนแผ่นรองรับในแบบที่ทำไว้ และก็เทโลหะผสมที่หลอมละลายเป็นโลหะเหลวลงไปเตรียมไว้โดยเทลงไปให้รอบ ๆ ชิ้นงาน และเมื่อถอดแบบออกแล้วก็สามารถนำส่วนที่หล่อไว้จนแข็งตัวไปใช้งานได้ตามต้องการ

2. การยึดจับชิ้นงานครั้งละหลาย ๆ ชิ้น

มีการทำงานหลายอย่างที่มีความจำเป็นจะต้องกระทำต่อชิ้นงานในขณะเดียวกันมากกว่า 1 ชิ้นขึ้นไป ดังนั้นนักออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์จึงจำเป็นจะต้องรู้วิธีการออกแบบตัวยึดชิ้นงานที่สามารถยึดจับชิ้นงานได้หลาย ๆ ชิ้นในครั้งเดียวกัน

ในการออกแบบตัวยึดจับชิ้นงานมี่ต้องยึดจับชิ้นงานมากกว่า 1 ชิ้นในคราวเดียวกัน จำเป็นต้องอาศัยจินตนาการพอสมควร ก่อนอื่นก็ต้องใช้ความคิดและกฎเบื้องต้นของการยึดจับชิ้นงาน

เพียงชิ้นเดียว นักออกแบบจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์ก็สามารถที่จะออกแบบตัวยึดจับชิ้นงานในจำนวนเท่าใดก็ได้ จุดสำคัญที่นักออกแบบจะต้องจำไว้ก็คือตรงที่ยึดจับชิ้นงานที่กระทำต่อชิ้นงานจะต้องกระทำต่อชิ้นงานด้วยแรงที่เท่า ๆ กันทุกชิ้น และตัวยึดจับชิ้นงานจะต้องมีการทำงานเพียงหนึ่งครั้ง หรือทำการล็อคเพียงครั้งเดียวเท่านั้น ตัวยึดจับชิ้นงานที่ไม่สามารถกระทำให้มีแรงกระทำต่อชิ้นงานทุกชิ้นเท่า ๆ กัน และจะทำให้ชิ้นงานเกิดการเสียหายในระหว่างการทำงาน และจะเป็นอันตรายอย่างมากถ้าชิ้นงานหลุดออกมาจากตัวยึดจับชิ้นงานในระหว่างที่อยู่ในช่วงของการทำงานที่เครื่องจักรกำลังดำเนินอยู่

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

จากบททบทวนวรรณกรรมข้างต้นจะเห็นปัญหาของการเลื่อยกระดูกสำหรับงานพยาธิวิทยา คณะวิศวกรรมชีวการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต จึงรวมตัวกันเพื่อตั้งทีมวิจัยคิดค้นและสร้างเครื่องเลื่อยกระดูกสำหรับการวินิจฉัยทางพยาธิวิทยา ขึ้นโดยอาศัยเทคนิคทางการออกแบบทางวิศวกรรมชีวการแพทย์สร้างเครื่องเลื่อยกระดูกสำหรับการวินิจฉัยทางพยาธิวิทยา และใช้วัสดุอุปกรณ์ที่หาได้ง่ายภายในประเทศ เพื่อสร้างเครื่องเลื่อยกระดูกสำหรับการวินิจฉัยทางพยาธิวิทยาที่มีคุณลักษณะ 3 ประเด็นหลัก คือ

1. ความต้องการขนาดความหนาของกระดูกที่ 2 มิลลิเมตร เพื่อลดเวลาในการสลายแคลเซียมในเนื้อกระดูก

2. มีอุปกรณ์จับยึดกระดูกความคงทนแข็งแรงและสามารถจับยึดชิ้นกระดูกได้หลากหลายรูปแบบและสร้างความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน

3. เครื่องมือที่มีขายอยู่ในท้องตลาดมีราคาที่แพงและคุณลักษณะการใช้งานยังไม่ตอบสนองตรงความต้องการผู้ใช้งาน

3.1 ระเบียบวิธีวิจัย (อธิบายขั้นตอนวิธีการทำการวิจัยอาทิการเก็บข้อมูลการกำหนดพื้นที่ประชากรตัวอย่าง การสุ่มตัวอย่าง ขั้นตอนและวิธีการในการวิเคราะห์ข้อมูลฯลฯ)

โครงการวิจัยนี้ประกอบไปด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเก็บข้อมูลปัญหาในการเลื่อยกระดูกในงานพยาธิวิทยาจากพยาธิแพทย์และผู้เชี่ยวชาญ

2. ศึกษาเก็บข้อมูลขนาดและรูปทรงของกระดูกที่มีการนำมาเลื่อย

3. ออกแบบชิ้นงานเครื่องเลื่อยกระดูกสำหรับการวินิจฉัยทางพยาธิวิทยาตามหลักการทางวิศวกรรมชีวการแพทย์โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

4. สำรวจหาแหล่งจัดซื้อเลื่อยฉลุชนิดแท่นและวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องนำมาใช้ประกอบชิ้นงาน

5. ดำเนินการประกอบชิ้นงานและทำการทดสอบทางหลักวิศวกรรมและทดสอบการใช้งานในเบื้องต้น

6. นำไปทดสอบการใช้งานจริงโดยพยาธิแพทย์

3.2 ขอบเขตของการวิจัย (ระบุขอบเขตของการวิจัยในเชิงปริมาณ/เชิงคุณภาพที่เชื่อมโยงกับปัญหาที่ทำการวิจัยแต่ไม่สามารถกำหนดโดยตรงในชื่อโครงการวิจัยและวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยได้)

การวิจัยในเชิงปริมาณโดยตั้งเป้าหมายว่าจะสามารถสร้างเครื่องเลื่อยกระดูกที่สามารถจับยึดกระดูกได้หลากหลายรูปแบบ สามารถปรับเลื่อนระดับของการเลื่อยได้ มีระบบหยุดการทำงานฉุกเฉิน และสามารถนำอุปกรณ์ชิ้นนี้ไปติดตั้งเข้ากับระบบเลื่อยฉลุได้หลายหลายรูปแบบ

3.3 สถานที่ทำการทดลอง และ/หรือ เก็บข้อมูล (ระบุสถานที่ที่จะใช้เป็นที่ทำการวิจัยเก็บข้อมูลให้ครบถ้วนและชัดเจนเพื่อประโยชน์ในการเสนอของบประมาณ)

ห้องปฏิบัติการอุปกรณ์ชีวการแพทย์ คณะวิศวกรรมชีวการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต

3.4 ระยะเวลาที่ทำวิจัย (ไม่ควรเกิน 12 เดือน)

12 เดือน

3.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

3.5.1 เลื่อยฉลุชนิดแท่น

รูปที่ 3.1 เลื่อยฉลุชนิดแท่น

คุณลักษณะเฉพาะ

- ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V.
- กำลังไฟฟ้า 50 W.
- ช่วงคอลึก 406 mm.
- ความเร็วในการตัด 400 – 1,600 ครั้ง/นาที
- ความยาวตัวเลื่อยรวม 600 mm.
- น้ำหนักรวม 14.1 kg.

3.5.2 แผ่นอลูมิเนียมฉากสำหรับสร้างอุปกรณ์ช่วยเลื่อยกระดูก

รูปที่ 3.2 แผ่นอลูมิเนียมฉาก ขนาดความหนา 1.5 mm.

3.5.3 ปากกาจับชิ้นงาน

รูปที่ 3.3 ปากกาจับชิ้นงานขนาด 3 cm.

รูปที่ 3.4 ปากกาจับชิ้นงานขนาด 5 cm.

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

3.5.4 แท่งเหล็กสำหรับทำเกลียว

รูปที่ 3.5 เกลียวเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 1.5 cm.

3.5.5 มอเตอร์เกียร์ไฟฟ้ากระแสตรง

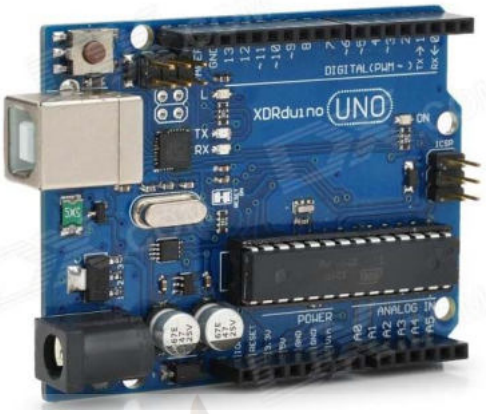
รูปที่ 3.6 มอเตอร์เกียร์ไฟฟ้ากระแสตรงความเร็วรอบ 350 rpm.

3.5.6 แผ่นพลาสติกหนา 5 mm.

รูปที่ 3.7 แผ่นพลาสติกขนาด 5 mm

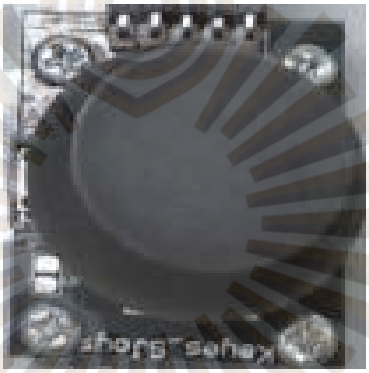
มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

3.5.7 บอร์ดไมโครคอลโทรเลอร์ควบคุม



รูปที่ 3.8 บอร์ดควบคุม Arduino MEGA328P

3.5.8 จอยคันโยกแบบอนาล๊อค



รูปที่ 3.9 จอยคันโยกควบคุม 2 ทิศทาง

3.6 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

1. กิจกรรม (ระบุขั้นตอนและวิธีการในการดำเนินการวิจัยให้ชัดเจน)

1.1 ศึกษาเก็บข้อมูลปัญหาในการเลื่อยกระดูกในงานพยาธิวิทยาจากพยาธิแพทย์และผู้เชี่ยวชาญ

1.2 ศึกษาเก็บข้อมูลขนาดและรูปทรงของกระดูกที่มีการนำมาเลื่อย

1.3 ออกแบบชิ้นงานเครื่องเลื่อยกระดูกสำหรับการวินิจฉัยทางพยาธิวิทยาตามหลักการทางวิศวกรรมชีวการแพทย์โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

1.4 สำรวจหาแหล่งจัดซื้อเลื่อยฉลุไฟฟ้าชนิดแท่นและวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องนำมาใช้ประกอบชิ้นงาน

1.5 ดำเนินการประกอบชิ้นงานและทำการทดสอบทางหลักวิศวกรรมและทดสอบการใช้งานในเบื้องต้น

1.6 นำไปทดสอบการใช้งานจริง ณ โรงพยาบาลรามาธิบดี โรงพยาบาลศิริราช เป็นต้นพร้อมทั้งประเมินผลการใช้งาน

3.7 แผนการดำเนินงานวิจัย (แผนปฏิบัติงาน/กิจกรรมในแต่ละช่วงระยะเวลาของโครงการ)

ตารางที่ 3.1 แผนและรายละเอียดการดำเนินงาน

กิจกรรมและผลงานที่คาดว่าจะสำเร็จ	**งวดที่ 1** (เดือนที่ 1-3)	**งวดที่ 2** (เดือนที่ 4-6)	**งวดที่ 3** (เดือนที่ 7-9)	**งวดที่ 4** (เดือนที่ 10-12)	**ผู้รับผิดชอบ**
1. กิจกรรม ตามที่อธิบายใน 1.1 ผลที่ได้รับ ได้ข้อมูลจากพยาธิแพทย์	X				อ.อนันตศักดิ์ อ.พิชิตพล
2. กิจกรรม ตามที่อธิบายใน 1.2 ผลที่ได้รับ ขนาดและรูปทรงของกระดูก	X	X			อ.อนันตศักดิ์ อ.พิชิตพล
3. กิจกรรม ตามที่อธิบายใน 1.3 ผลที่ได้รับ ได้แบบอุปกรณ์ที่สมบูรณ์	X	X	X		อ.อนันตศักดิ์ อ.พิชิตพล
4. กิจกรรม ตามที่อธิบายใน 1.4 ผลที่ได้รับ จัดซื้อวัสดุประกอบชิ้นงานและทดสอบทางวิศวกรรม			X	X	อ.อนันตศักดิ์ อ.พิชิตพล
5. กิจกรรม ตามที่อธิบายใน 1.5-1.6 ผลที่ได้รับ ทดสอบการใช้งานในโรงพยาบาลและประเมินผลการใช้งาน			X	X	อ.อนันตศักดิ์ อ.พิชิตพล

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

ในบทนี้เป็นการแสดงผลการวิจัยเครื่องเลื่อยกระดูกสำหรับการวินิจฉัยทางพยาธิวิทยา โดยลักษณะของตัวเลื่อยใช้ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V. สามารถปรับระดับความเร็วรอบในการหมุนได้ตั้งแต่ 400 – 1,600 rpm. และมีลักษณะของตัวยึดจับวัตถุจำนวน 2 ขนาดและสามารถจับวัตถุที่มีขนาดใหญ่สุดประมาณ 5 cm. ซึ่งใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล Arduino MEGA328P เป็นตัวควบคุมจอยคันโยกแบบอนาล็อค แบบสองทิศทางเป็นตัวช่วยในการเลื่อนวัตถุในขณะทำการเลื่อยวัตถุ โดยผลที่ได้จะมีผลการทดสอบอยู่ 4 ส่วนดังนี้

4.1 ผลการทดสอบคุณลักษณะของเลื่อยฉลุไฟฟ้า

โดยในขั้นตอนนี้ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในส่วนต่างๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพในภาพรวมของเครื่องเลื่อยกระดูกสำหรับการวินิจฉัยทางพยาธิวิทยา เช่น ความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V. และความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับอุณหภูมิที่เกิดขึ้นระหว่างการเลื่อยโดยมีผลการทดสอบ ดังในตารางที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.1 ผลการทำสอบความเร็วรอบของมอเตอร์เลื่อยฉลุไฟฟ้า

ความเร็วรอบ (rpm)	จำนวนครั้งที่วัด			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
400	405	406	405	405.33	0.58
600	610	608	609	609.00	1.00
800	800	790	790	793.33	5.77
1000	1001	1001	1002	1001.33	0.58
1200	1201	1201	1202	1201.33	0.58
1400	1401	1401	1402	1401.33	0.58
1600	1600	1602	1602	1600.67	1.15

ตารางที่ 4.2 ผลการทำสอบความเร็วรอบขณะเลื่อยกระดูกกับปริมาณอุณหภูมิที่เกิดขึ้น

ความเร็วรอบ (rpm)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
400	30	31	30	30.33	0.58
600	35	35	36	35.33	0.58
800	48	49	47	48.00	1.00
1000	52	52	53	52.33	0.58
1200	53	53	54	53.33	0.58
1400	55	54	55	54.67	0.58
1600	63	63	64	63.33	0.58

4.2 ผลการทดสอบการเลื่อยกระดูกที่ความหนาต่างๆ

โดยในขั้นตอนนี้ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของภาคการควบคุมระดับการเลื่อย และภาพรวมการทำงานของเครื่องเลื่อยกระดูกสำหรับการวินิจฉัยทางพยาธิวิทยา เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการเลื่อยตัดชิ้นกระดูกที่ระดับมีความหนาที่แตกต่างกัน โดยมีผลการทดสอบดังตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.3 ผลการเลื่อยกระดูกที่ระดับความหนาแตกต่างกัน

ความหนา (mm.)	จำนวนครั้งที่วัด			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
1.0	0.9	1.2	0.8	0.97	0.20
1.5	1.7	1.5	1.6	1.6	0.10
2.0	2.0	2.1	1.9	2.0	0.10
2.5	2.5	2.4	2.5	2.47	0.06
3.0	3.1	3.1	3.0	3.07	0.06
3.5	3.5	3.6	3.6	3.57	0.06

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

รูปที่ 4.1 แสดงชิ้นกระดูกที่ผ่านการเลื่อยที่ความหนาไม่เกิน 2 mm.

4.3 ผลการทดสอบการจับของปากกาจับชิ้นงาน

โดยในขั้นตอนนี้ได้ทำการทดสอบเชิงภาพของภาคอุปกรณ์ยึดจับกระดูก และคุณภาพโดยรวมของการทำงานของเครื่องเลื่อยกระดูกสำหรับการวินิจฉัยทางพยาธิวิทยาในส่วนภาคอุปกรณ์ยึดจับกระดูก โดยใช้วัตถุและกระดูกที่มีรูปทรงเลขาคณิตที่แตกต่างกัน โดยมีผลการทดสอบดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบเชิงคุณภาพของอุปกรณ์ยึดจับกระดูกในรูปทรงต่าง ๆ

รูปทรง	จำนวนครั้งที่ทดสอบ			ผลการทดสอบ
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
สี่เหลี่ยม	/	/	/	ผ่าน
ทรงกลม	/	/	/	ผ่าน
ทรงกระบอก	/	/	/	ผ่าน
สามเหลี่ยม	/	/	/	ผ่าน

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

4.4 ผลการประเมินระดับความพึงพอใจจากผู้ปฏิบัติงานด้านพยาธิวิทยา

โดยในขั้นตอนนี้ได้ทำการประเมินผลความพึงพอใจโดยผู้ใช้งาน ซึ่งมีผู้ตอบแบบสอบถามทั้ง 10 คน เป็นเพศชาย 6 คน เพศหญิง 4 คน คิดเป็น 100% และอายุการทำงานด้านพยาธิวิทยาส่วนใหญ่อยู่ที่เกณฑ์มากกว่า 5 ปี คิดเป็น 100% ซึ่งในการประเมินได้ถูกแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านโครงสร้าง ด้านการใช้งาน และด้านความคุ้มค่าในภาพรวม โดยมีผลการประเมินดังในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการประเมินความพึงพอใจในการทดสอบการใช้งาน

รายการประเมิน	ผลการประเมินความพึงพอใจ		
	Avg.	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ส่วนโครงสร้าง			
1.วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้มีความเหมาะสม	4.88	0.18	มากที่สุด
2.ความแข็งแรงของตัวเลื่อยฉลุไฟฟ้า	4.95	0.07	มากที่สุด
3.การออกแบบระบบชุดเลื่อยมีความเหมาะสม	4.95	0.07	มากที่สุด
4.การออกแบบระบบชุดควบคุมการเลื่อยมีความเหมาะสม	4.95	0.07	มากที่สุด
5.การออกแบบระบบชุดจับวัตถุมีความเหมาะสม	4.95	0.07	มากที่สุด
ส่วนการใช้งาน			
6.การใช้งานส่วนชุดจับวัตถุตอบโจทย์และมีความหลากหลาย	4.85	0.21	มากที่สุด
7.การใช้งานส่วนชุดควบคุมการเลื่อยใช้งานง่ายและสะดวก	4.75	0.35	มากที่สุด
8.การใช้งานมีระบบความปลอดภัยที่ดี	4.75	0.35	มากที่สุด
9.ระบบง่ายต่อการบำรุงรักษา	4.95	0.07	มากที่สุด
10.สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก	4.95	0.07	มากที่สุด
ส่วนความคุ้มค่าโดยรวม	4.95	0.07	มากที่สุด
11.ความเหมาะสมของงานและสามารถใช้งานได้จริง	4.95	0.07	มากที่สุด
12.ความสนใจในการนำผลงานชิ้นนี้ไปใช้ประโยชน์กับงาน	4.95	0.07	มากที่สุด
เฉลี่ยภาพรวม	4.90	0.11	มากที่สุด

หมายเหตุ: เกณฑ์ประเมินความพึงพอใจ

5 หมายถึง ในระดับดี มากที่สุด

4 หมายถึง ในระดับดี มาก

3 หมายถึง ในระดับดี ปานกลาง

2 หมายถึง ในระดับดี น้อย

1 หมายถึง ในระดับดี น้อยที่สุด

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการวิจัยและสร้างเครื่องเลื่อยกระดูกเพื่อใช้สำหรับการวินิจฉัยทางพยาธิวิทยา โดยลักษณะของส่วนประกอบของงานวิจัยชิ้นนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

1. ส่วนของตัวเครื่องเลื่อยใช้ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V. สามารถปรับระดับความเร็วรอบในการหมุนได้ตั้งแต่ 400 – 1,600 rpm. ใบเลื่อยฉลุที่ใช้เป็นเบอร์ MS52 ที่มีความละเอียดสูงสุด สามารถตัดวัตถุประเภทไม้และพลาสติกมีความหนาของใบเลื่อยประมาณ 1.5 mm. และหุ้มด้วยกล่องพลาสติกใส่รูปทรงสี่เหลี่ยมที่มีขนาด 20.5 x 41 x 21 cm. ซึ่งจะช่วยในการป้องกันอันตรายการกระเด็นของวัตถุและสามารถเก็บทำความสะอาดหลังการใช้งานที่สะดวก ซึ่งจากการสร้างและทดสอบการทำงานในส่วนของเครื่องเลื่อยในฟังก์ชั่นของความเร็วรอบโดยเครื่องเลื่อยสามารถปรับระดับความเร็วรอบของมอเตอร์ได้ทั้งหมด 7 ระดับ คือ 400 rpm. ถึง 1,600 rpm. โดยมีระดับของความเร็วรอบที่เพิ่มขึ้นครั้งละ 200 rpm. ซึ่งผลที่ได้จากการวัดความเร็วรอบมีค่าความผิดพลาดที่น้อยมากและไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการใช้งานมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณร้อยละ 1 ของระดับความเร็วมอเตอร์ ซึ่งจากผลการทดลองในตารางที่ 4.1 ผลการทำสอบความเร็วรอบของมอเตอร์เลื่อยฉลุไฟฟ้า หลังการทดสอบจะพบว่าช่วงที่ความเร็วรอบ 1,000 rpm. – 1,400 rpm. จะเป็นช่วงที่สามารถตัดกระดูกได้ดีที่สุดและสามารถตัดกระดูกที่มีความหนาบางที่สุดคือ 1 mm. และในขณะที่ตัดกระดูกจะเกิดความร้อนในบริเวณที่ใบเลื่อยสัมผัสกับกระดูกมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในระหว่างการเลื่อยวัตถุประเภทกระดูกมีค่าอุณหภูมิความร้อนที่เกิดขึ้นเฉลี่ยประมาณ 48.24 องศาเซลเซียส ซึ่งอยู่ในระดับที่น้อยแต่ต้องนำไปพิสูจน์หาความสัมพันธ์ที่เหมาะสมระหว่างความเร็วรอบและอุณหภูมิที่ไม่สำให้โครงสร้างของแคลเซียมในกระดูกไม่ถูกทำลายอยู่ในปริมาณที่รับได้และนำไปตรวจพิสูจน์ผลทางพยาธิวิทยาของกระดูกได้อย่างสมบูรณ์ต่อไป

2. ส่วนของตัวควบคุมการเลื่อนวัตถุและอุปกรณ์ตัวจับยึดวัตถุ โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล Arduino MEGA328P เป็นตัวควบคุมจอยคันโยกแบบอนาล็อคควบคุมแนวการเคลื่อนที่ได้สองทิศทางเป็นตัวช่วยในการเลื่อนตัวยึดจับวัตถุในขณะทำการเลื่อยซึ่งระบบส่วนนี้ได้ออกแบบให้ใช้ตัวจับยึดวัตถุหรือที่เรียกว่าปากกาจับชิ้นงาน จำนวน 2 ขนาด ที่มีพื้นที่ในการจับวัตถุที่แตกต่างกัน ซึ่งขนาดของตัวยึดจับวัตถุตัวที่ 1 สามารถจับวัตถุในทุกรูปทรงเลขาคณิตได้ขนาดใหญ่สุด 3 cm. และ ขนาดของตัวยึดจับวัตถุตัวที่ 2 สามารถจับวัตถุในทุกรูปทรงเลขาคณิตได้ขนาดใหญ่สุด 5 cm. เพราะจากการศึกษาและขอข้อมูลกับทางผู้ใช้งานส่วนใหญ่จะใช้กระดูกที่มีขนาดเล็กมาใช้ในการดำเนินงานตรวจทางด้านพยาธิโดยจากผลในตารางที่ 4.4 เป็นการทดสอบเชิงคุณภาพของ

อุปกรณ์ยึดจับกระดูกในรูปทรงทั้ง 4 แบบ ซึ่งผลการทดลองจะพบว่าลักษณะของตัวยึดจับวัตถุที่ได้สร้างและดัดแปลงมาใช้กับงานวิจัยนี้สามารถจับวัตถุที่เป็นรูปทรงเลขาคณิตได้เป็นอย่างดี ซึ่งการที่จะนำชิ้นกระดูกในลักษณะที่ไม่เป็นรูปทรงเลขาคณิตมาจับเพื่อเลื่อยกับงานวิจัยนี้อาจจะทำให้ใบเลื่อยเกิดการสะบัดด้วยแรงกระชากตัววัตถุที่ปากกาจับชิ้นงานไม่เต็มพื้นที่เกิดการกระเด็นหลุดได้จึงควรตัดแต่งชิ้นงานให้อยู่ในรูปทรงเลขาคณิตอย่างง่ายก่อนนำมาตัดเป็นแผ่นบางๆต่อไป โดยจากการนำไปทดลองใช้งานโดยผู้ประเมินผลความพึงพอใจโดยผู้ใช้งานตามผลการประเมินในตารางที่ 4.5 จะเห็นว่ามีผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นผู้ปฏิบัติงานด้านพยาธิวิทยารวมทั้งหมด 10 คน แบ่งเป็นเพศชาย 6 คน เพศหญิง 4 คน คิดเป็น 100% และอายุการทำงานด้านพยาธิวิทยาส่วนใหญ่อยู่ที่ เกณฑ์มากกว่า 5 ปี คิดเป็น 100% ซึ่งในการประเมินได้ถูกแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านโครงสร้าง, ด้านการใช้งาน และ ด้านความคุ้มค่าในภาพรวม ซึ่งมีค่าคะแนนระดับความพึงพอใจในภาพรวมเฉลี่ย 4.90 คะแนน และ มีคะแนนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.11 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่มากไปและมีแนวโน้นมีในทิศทางที่ระดับพึงพอใจมากที่สุด

5.2 ข้อเสนอแนะเพื่องานวิจัยในอนาคต

จากการสรุปผลการวิจัยและสร้างเครื่องเลื่อยกระดูกเพื่อใช้สำหรับการวินิจฉัยทางพยาธิวิทยา โดยภาพรวมทั่วไปทั้งในแง่ของด้านเทคนิคและวิศวกรรมโครงสร้างของงานวิจัยชิ้นนี้และด้านความพึงพอใจตามผลที่แสดงให้เห็นในข้างต้นพบว่าเป็นงานวิจัยที่ตอบโจทย์ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ที่ปฏิบัติงานด้านพยาธิวิทยาของกระดูกได้เป็นอย่างดีและจากการเสนอแนะของพยาธิแพทย์ที่ผ่านการใช้งานเครื่องมือที่ได้วิจัยในครั้งนี้คืออยากให้ปรับโครงสร้างที่เล็กลงกว่านี้อีกเพื่อให้เกิดความสะดวกในการเคลื่อนย้ายในที่ต่างๆ และอยากให้ออกแบบตัวจับชิ้นงานให้สามารถรองรับวัตถุที่มีรูปทรงแตกต่างจากรูปทรงที่เป็นทรงเลขาคณิตได้มากขึ้น โดยในทางเทคนิคอยากให้มีการทดสอบความเร็วรอบของมอเตอร์กับวัตถุที่เป็นชิ้นเนื้อประเภทอื่นๆ เพื่อมาเสริมการใช้งานที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. Kumar V, Abbas AK, Fausto N, Aster JC. Robbins pathologic basic of disease, 8th ed. Philadelphia: Elsevier. Saunder, 2010.
2. Kumar V, Abbas AK, Fausto N. Robbins pathologic basic of disease, 7th ed. Philadelphia: ElsevierSaunder, 2005.
3. UnderwoodJCE. General and Systemic pathology, 3rd ed. Churchill Livingstone. 2000.
4. Rubin E, Gorstein F, Schwarting R, Rubin R, Strayer D. Rubin's pathology: Clinicopathologic foundations of medicine, 4th ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2005.
5. ตาราเรียนพยาธิวิทยาทั่วไป ภาควิชาพยาธิวิทยาและนิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร 2551.
6. แหล่งที่เขาถึง http://sites.google.com/site/nuttapong125890/1/bth-thi

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University