

## บทที่ 3

### การพัฒนาต้นแบบระบบผู้เชี่ยวชาญ

การพัฒนาต้นแบบระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อการช่วยในการให้คำปรึกษาแนวทางการรักษาภาวะกระดูกส่วนแขนและขาหัก ที่มีแผลเปิดสำหรับแพทย์เวชปฏิบัติทั่วไป รพ.สมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช จ.ตาก ผู้ศึกษาได้ทำการรวบรวมแนวทางการรักษาภาวะกระดูกหักที่มีแผลเปิด จากเอกสารวิชาการที่ใช้อ้างอิงในการสอบเพื่อวุฒิบัตรผู้เชี่ยวชาญด้านออร์โธปิดิกส์ ของแพทยสภา โดยผู้ศึกษาได้จัดนำมาเรียบเรียงใหม่ในรูปแบบของกฎ เพื่อทำการป้อนลงในเปลือกกระบบผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผู้ศึกษาได้เลือกใช้เปลือกกระบบผู้เชี่ยวชาญคลิปลิส ที่ทำงานแบบ ActiveX control บน วินโดวส์ 32 บิต เป็นเครื่องมืออนุমান และแนวทางในการรักษาภาวะกระดูกหักที่มีแผลเปิด เป็นภาวะที่มีความซับซ้อน ผู้ศึกษาได้เลือกศึกษาเฉพาะส่วนกลางของกระดูกแขนและขา เพราะว่ามีแนวทางการรักษาที่แน่นอน ชัดเจนและการรักษาทุกชนิดสามารถทำได้ที่ รพ.สมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช เพื่อประโยชน์ในการติดตามผล ยืนยันการวินิจฉัยและตรวจสอบแนวทางการรักษา โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 3.1 การกำหนดองค์ความรู้ของหลักการวินิจฉัยภาวะกระดูกแขนขาหักส่วนกลาง

การที่แพทย์จะได้มาซึ่งการวินิจฉัยภาวะกระดูกหักที่มีแผลเปิดนั้น แพทย์ที่พบกับผู้ป่วยที่ห้องฉุกเฉินจะต้องมีขบวนการเพื่อให้ได้ซึ่งการวินิจฉัยดังนี้

##### 3.1.1. การซักประวัติ

ในกรณีที่ผู้ป่วยมีสติดี สามารถโต้ตอบกับผู้ตรวจได้ การซักประวัติการบาดเจ็บของผู้ป่วยจะเป็นการที่จะช่วยบอกรายละเอียด ความรุนแรง สถานที่เกิดเหตุ กลไกการบาดเจ็บ ซึ่งมีผลต่อการให้การวินิจฉัยที่ถูกต้อง อันจะนำไปสู่การรักษาที่ถูกต้อง ได้ผลดี ปลอดภัย จะทำให้ผู้ป่วยสามารถกลับไปสู่การดำเนินชีวิตได้ตามปกติได้อย่างรวดเร็ว และไม่มีภาวะแทรกซ้อน ข้อมูลที่ได้จากการซักประวัติการบาดเจ็บนี้อาจจะนำไปสู่การวินิจฉัยและแนวทางการรักษาได้อย่างถูกต้อง รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ได้แก่ข้อมูลดังต่อไปนี้

1) อาการสำคัญ (Chief complaint) ในกรณีที่ผู้ป่วยมีสติสามารถบอกได้ จะทำให้ทราบปัญหาที่สำคัญที่นำผู้ป่วยมาพบแพทย์ เนื่องจากภาวะกระดูกหักเป็นภาวะฉุกเฉินทางการแพทย์ที่ต้องได้รับการรักษาอย่างรวดเร็ว (Urgency) และผู้ป่วยต้องมีสัญญาณชีพ (vital

sign) ที่คงที่ ภาวะฉุกเฉินที่ต้องอาศัยการรักษาอย่างเร่งด่วน (Emergency) ที่มีผลกับชีวิตของผู้ป่วย ต้องได้รับการแก้ไขก่อนเสมอ

2) กลไกการบาดเจ็บ เช่น รถยนต์ชนกับรถมอเตอร์ไซค์ ถูกปืนยิง หรือ ตกจากที่สูง จะทำให้แพทย์สามารถประเมินภาวะการเกิดกระดูกหักได้ว่าจะทำให้อวัยวะข้างเคียงบอบช้ำร่วมด้วยมากหรือน้อย

3) สถานที่ที่ได้รับบาดเจ็บ เนื่องจากภาวะกระดูกหักที่มีแผลเปิด โพรงกระดูกที่หักจะติดต่อกับสิ่งแวดล้อมภายนอก การที่ สถานที่เกิดเหตุอยู่ในที่ๆสกปรกมาก เช่น น้ำโสโครก จะทำให้การวินิจฉัยและแนวทางการรักษาเปลี่ยนไป

4) เวลาที่เกิดเหตุ การที่ทราบเวลาที่เกิดเหตุจะทำให้ทราบถึงเวลาที่กระดูกที่หักได้สัมผัสกับสิ่งแวดล้อมภายนอก เนื่องจากถ้าระยะเวลาที่บาดแผลได้สัมผัสกับสิ่งแวดล้อมภายนอกนานเกินกว่า 6 - 8 ชั่วโมง พบว่า อัตราการติดเชื้อแบคทีเรียจะสูงขึ้น จะทำให้การวินิจฉัยและแนวทางการรักษาเปลี่ยนไป

### 3.1.2. การตรวจร่างกาย (Physical Examination)

โดยทั่วไปการตรวจร่างกายผู้ป่วย ภาวะกระดูกหักแบบมีแผลเปิดนั้น แพทย์ที่ทำการตรวจนั้นจะต้องประเมินความรุนแรงของบาดแผล ชนิดของบาดแผลว่าเป็นอย่างไร ความยาวของแผล ตำแหน่งของบาดแผล มีกระดูกโผล่ออกมาจากบาดแผลหรือไม่ ซึ่งมีผลต่อการวินิจฉัยและแนวทางการรักษาผู้ป่วย เช่น ต้องมีการให้ยาปฏิชีวนะบางชนิดเพิ่มเติม

### 3.1.3. การตรวจภาพถ่ายทางรังสี (Radio Graphic Examination)

การตรวจภาพถ่ายทางรังสีหรือ X-Ray จะช่วยให้การวินิจฉัยเป็นไปอย่างถูกต้องและแม่นยำ อีกทั้งสามารถประเมินความรุนแรงของอุบัติเหตุ หรือ ชนิดของกระดูกสันหลัง และข้อมูลจากภาพถ่ายทางรังสีนั้นช่วยประเมินแนวทางการรักษา อุปกรณ์พิเศษเช่น ชนิดของโลหะดามกระดูกที่จะต้องใช้ระหว่างการรักษาได้ด้วย

### 3.2 การกำหนดองค์ความรู้ของการจำแนกประเภทของกระดูกหักแบบมีแผลเปิด (Classification of Open Fracture)

การจำแนกประเภทได้อ้างอิงกับ หนังสือ Fracture in Adults Edition 5 (Rockwood, 2003) ได้แยกออกเป็นประเภทต่างๆ โดยคำนึงถึงปัจจัยหลัก 4 อย่าง ได้แก่

1. ขนาดความยาวของบาดแผล
2. ระดับของความสกปรกของบาดแผล
3. ความรุนแรงของการบาดเจ็บของเนื้อเยื่ออ่อน ข้างเคียง
4. ความรุนแรงของความเสียหายของกระดูก

โดยปัจจัยทั้งหมดที่กล่าวมา สามารถแบ่งประเภทของกระดูกหักแบบมีแผลเปิดได้ออกเป็น 3 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มขึ้นอยู่กับจะมีแนวทางการรักษาและผลลัพธ์ของการรักษา ที่แตกต่างกันออกไป แสดงได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงการจำแนกประเภทของภาวะกระดูกหักแบบมีแผลเปิด (CLASSIFICATION OF OPEN FRACTURES)

Type	Wound	Level of Contamination	Soft tissue injury	Bone injury
I	<1 cm.long	Clean	Minimal	Simple, minimal comminution
II	>1 cm long	Moderate	Moderate, some muscle damage	Moderate comminution
III ● A	Usually > 10 cm.	High	Sever with crushing	Usually comminuted: soft tissue coverage of bone possible

ตารางที่ 3.1 แสดงการจำแนกประเภทของภาวะกระดูกหักแบบมีแผลเปิด (CLASSIFICATION OF OPEN FRACTURES) (ต่อ)

Type	Wound	Level of Contamination	Soft tissue injury	Bone injury
• B	Usually > 10 cm.	High	Very severe loss of coverage; usually requires soft tissue reconstructive surgery	Bone coverage poor; variable, May be moderate to severe comminution
• C	Usually > 10 cm.	High	Very severe loss of coverage plus vascular injury requiring repair; may require soft tissue reconstructive surgery	Bone coverage poor; variable, may be moderate to severe comminution

จากตารางที่ 3.1 จะเห็นได้ว่าภาวะกระดูกหักที่มีแผลเปิดนั้นสามารถแยกออกได้เป็น 3 ระดับความรุนแรง ได้แก่

1. **ระดับที่ I** ระดับนี้มีความรุนแรงจากการบาดเจ็บน้อยมีความยาวของบาดแผลไม่เกิน 1 เซนติเมตร เนื้อเยื่ออ่อนรอบๆ อยู่ในสภาพค่อนข้างดี มีการแตกหักของกระดูกน้อย มักเกิดจากการได้รับอุบัติเหตุที่ไม่รุนแรงมากนัก แผลลึกขนาด มักเกิดจากการที่ปลายกระดูกที่หักทะลุชั้นผิวหนังออกมา การพยากรณ์โรคของระดับนี้ดีที่สุดเทียบเท่ากระดูกหักแบบไม่มีแผลเปิด
2. **ระดับที่ II** ระดับนี้มักจะมี ความรุนแรงของการบาดเจ็บมากขึ้น กระดูกแตกละเอียดมากขึ้น เนื้อเยื่ออ่อนรอบๆ บอบช้ำ แผลมักมีขนาดใหญ่กว่าระดับที่ 1 แต่ต้องมีความยาวไม่

เกิน 10 เซนติเมตร ผลการรักษาของระดับนี้อยู่ในเกณฑ์ดี แต่ผลแทรกซ้อนจากการติดเชื้อ จะมากกว่าระดับที่ 1

3. **ระดับที่ III** เป็นระดับที่มีความรุนแรงของการบาดเจ็บมากมักพบในอุบัติเหตุทางจราจร เนื้อเยื่ออ่อนและกระดูก บอบช้ำมาก บางครั้งอาจจะสูญหายไป บาดแผลจะสกปรกมาก โอกาสของการติดเชื้อสูงมาก ผลของการรักษาขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ เช่น กลไกของการบาดเจ็บ เวลาของการรักษาเริ่มต้น การติดเชื้อหลังผ่าตัด ในระดับนี้สามารถแยกได้เป็น 3 ระดับย่อยที่มีความแตกต่างกันดังนี้

**IIIA.** เป็นระดับที่ 3 ที่มีความรุนแรงของการบาดเจ็บน้อยที่สุด โดยมักมีบาดแผลฉีกขาดยาวมากกว่า 10 เซนติเมตร กระดูกหักแต่ไม่สูญหายไป สามารถปิดบาดแผลได้โดยไม่ต้องทำการย้ายหรือปลูกผิวหนังขึ้นมาใหม่ ผลของการพยากรณ์โรคของการรักษาในระดับนี้จะดีที่สุด กลุ่มของระดับ 3 ด้วยกัน

**IIIB.** เป็นระดับที่ 3 ที่มีความรุนแรง เพิ่มขึ้น โดยเริ่มมีการสูญเสียผิวหนังหรือเยื่อหุ้มกระดูก หรือกระดูกบางส่วนไป ต้องมีการเสริมสร้างใหม่เช่น การปลูกถ่ายผิวหนัง หรือการปลูกกระดูกในภายหลัง

**IIIC.** เป็นระดับ 3 ที่มีความรุนแรงที่สุด เนื่องจากมีการสูญเสียผิวหนังหรือเยื่อหุ้มกระดูกไปเป็นจำนวนมาก ร่วมกับการฉีกขาดของเส้นเลือดที่เลี้ยง อวัยวะนั้นๆ ต้องมีการต่อเส้นเลือดใหม่ หรือย้ายเส้นเลือดจากที่บริเวณอื่นมาที่สูญเสียไป ผู้ที่ได้รับบาดเจ็บประเภทนี้มีโอกาสสูญเสียอวัยวะที่ได้รับบาดเจ็บได้

นอกจากนี้ยังมีปัจจัยพิเศษอื่นๆอีกที่ทำให้ การแบ่งประเภทของกระดูกหักเปลี่ยนแปลงไป โดยปัจจัยดังกล่าวจะทำให้ความรุนแรงของกระดูกหักแบบมีแผลเปิดร้ายแรงมากขึ้นตามตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงปัจจัยที่มีผลให้มีการเปลี่ยนแปลงประเภทของภาวะกระดูกหักใดๆ ให้เป็นกลุ่มที่ 3 เสมอ

Factor that modify open fracture classification of initial skin defect
<p><b>Contamination</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Exposure to soil</li> <li>● Exposure to water (pools, lakes/streams)</li> <li>● Exposure to fecal material (barnyard)</li> <li>● Exposure to oral flora (bite)</li> <li>● Gross contamination on inspection</li> <li>● Delay in treatment &gt; 12 hrs.</li> </ul>
<p><b>Sign of High-energy mechanism</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Segmental fracture</li> <li>● Bone loss</li> <li>● Compartment syndrome</li> <li>● Crush mechanism</li> <li>● Extensive degloving of subcutaneous fat and skin</li> <li>● Requires flap coverage (any size defect)</li> </ul>

ถ้ามีปัจจัยดังกล่าวตามตารางที่ 3.2 นี้จะทำให้ประเภทของกระดูกหักที่มีแผลเปิดประเภทที่ I หรือ II เปลี่ยนไปเป็นประเภทที่ III ทั้งหมด โดยปัจจัยดังกล่าวสามารถแยกออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ กลุ่มของภาวะที่สิ่งแวดล้อมมีความสกปรกสูง และ ภาวะที่กระดูกหักจาก High energy mechanism โดยไม่ว่าปัจจัยด้านอื่น เช่น ขนาดความยาวของบาดแผลอาจจะมีขนาดเพียง 2-3 เซนติเมตรหรือ ความรุนแรงของการบาดเจ็บของเนื้อเยื่ออ่อนข้างเคียงมีค่อนข้างน้อยก็ตาม

All rights reserved



### 3.3 การกำหนดองค์ความรู้และแยกหมวดหมู่ในการรักษาภาวะกระดูกของแขนและขา ส่วนตรงกลางหักร่วมกับมีแผลเปิด

หลังจากได้รับการแยกประเภทของกระดูกหักแบบมีแผลเปิดแล้วนั้น การรักษาภาวะนี้จะขึ้นอยู่กับตำแหน่งของกระดูกหักนั้นๆ โดยการรักษาที่นำมาใช้การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ได้เรียบเรียงแนวทางการรักษานี้จากหนังสือ Fracture in Adult edition 5 โดยจะสรุปมาเฉพาะแนวทางการรักษาเฉพาะของส่วนแขนและขาส่วนตรงกลาง เนื่องมาจากการรักษากระดูกหักบริเวณที่มีแผลเปิดที่บริเวณอื่น เช่น ข้อต่อต่างๆ มีความแตกต่างทั้งในด้านการวินิจฉัยและการรักษามาก อีกทั้งแนวทางการรักษายังไม่มีการตกลงกันอย่างเป็นระบบที่แน่นอนเหมือนกับ ภาวะที่กระดูกที่มีแผลเปิดบริเวณส่วนตรงกลาง(Shaft) หรือมีภาวะกระดูกหักบริเวณที่มีแผลเปิดที่มีกระบาดเจ็บของระบบอื่นร่วมด้วยเช่น บาดเจ็บช่องท้องหรือสมอง ซึ่งแนวทางการรักษาจะแปรเปลี่ยนไปตามสภาพและพยาธิสภาพขณะนั้นๆ อีกทั้งยังไม่สามารถติดตามผลเพื่อตรวจสอบผลการวินิจฉัยและแนวทางการรักษาเนื่องจากผู้ป่วยอาจจะต้องถูกส่งต่อไปรักษาที่ รพ. อื่น เป็นต้น แนวทางการรักษาที่สรุปมานั้นจะไม่ได้ครอบคลุมในส่วนของรายละเอียดของเครื่องมือ หรือชนิดของอุปกรณ์ที่ใช้ในการรักษา โดยสามารถสรุปได้ ตามตำแหน่งของการบาดเจ็บได้ดังนี้

**3.3.1. แนวทางการรักษาภาวะกระดูกหักแบบมีแผลเปิดของกระดูกต้นแขนและแขนส่วนกลาง โดยแยกเป็น**

1) แนวทางการรักษาภาวะกระดูกหักที่มีแผลเปิดในตำแหน่งต้นแขนส่วนกลาง โดยไม่รวมข้อไหล่และข้อศอก(Open fracture shaft of humerus, not included fracture around elbow and shoulder joint) สามารถสรุปและแยกได้ออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

- กลุ่มของกระดูกหักที่มีแผลเปิดระดับที่ I ที่เกิดจากถูกยิงด้วยปืนลูกซองและบาดแผลสกปรกน้อย แนวทางการรักษาคือ การทำ Debridement และใส่เฟือก
- กลุ่มของกระดูกหักที่มีแผลเปิดระดับที่ I, II, IIIa แนวทางการรักษาคือ การทำ Debridement และการผ่าตัดใส่โลหะค้ำกระดูกแบบแผ่น
- กลุ่มของกระดูกหักที่มีแผลเปิดระดับ IIIb, IIIc โดยไม่ว่าจะมีสัญญาณของกระดูกหรือไม่มี แนวทางการรักษาคือ การทำ Debridement และการใส่ External fixator

สามารถสรุปได้ตามตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงการรักษากระดูกหักแบบมีแผลเปิดบริเวณต้นแขน

Open fracture humerus	
Grade	Treatment of choices
Open fracture grade I fracture by low-velocity gun shot wound and minimal contamination	Debride and irrigate the wound and well molded functional cast
Open fracture grade I, II, IIIa	Debridement and open reduction and internal fixation with dynamic compression plate (DCP) and screws
Open fracture grade IIIb or IIIc (with or without severe bone loss)	Debridement and External Fixation

2) แนวทางการรักษาภาวะกระดูกหักที่มีแผลเปิดในตำแหน่งปลายแขน ส่วนกลาง โดยไม่รวมข้อมือและข้อศอก สามารถสรุปและแยกได้เป็น 3 ส่วนแยกตามการหักของกระดูก ได้แก่

1. แนวทางการรักษาการรักษารูปกระดูกหักแบบมีแผลเปิดในกรณีที่กระดูกเรเดียสและกระดูกอัลนาร์ หักพร้อมกัน สามารถสรุปและแยกได้ออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้
  - กลุ่มของกระดูกหักที่มีแผลเปิดระดับที่ I, II, IIIa แนวทางการรักษาคือ การทำ Debridement และการผ่าตัดใส่โลหะตามกระดูกชนิดแผ่นขนาดเล็ก
  - กลุ่มของกระดูกหักที่มีแผลเปิดระดับที่ IIIa ร่วมกับการสูญเสียของกระดูกไป แนวทางการรักษาคือ การทำ Debridement และการใส่ External fixator
  - กลุ่มของกระดูกหักที่มีแผลเปิดระดับ IIIb, IIIc โดยไม่ว่าจะมีสูญเสียของกระดูกหรือไม่มี แนวทางการรักษาคือ การทำ Debridement และการใส่ External fixator

สามารถสรุปได้ตามตารางที่ 3.4



ตารางที่ 3.4 แสดงแนวทางการรักษากระดูกหักแบบมีแผลเปิดบริเวณแขน ในกรณีที่กระดูกเรเดียส และ กระดูกอัลนาร์ หักพร้อมกัน (Open fracture shaft of Radius and Ulnar , not included fracture around elbow and distal radio-ulnar joint)

Open fracture radius and ulnar (both bones) forearm	
Grade	Treatment of choices
Open fracture grade I, II, IIIa	Debridement and open reduction and internal fixation with small dynamic compression plate (DCP) and screws
Open fracture grade IIIa with severe bone loss	Debridement and External fixation
Open fracture grade IIIb, IIIc (with or without severe bone loss)	Debridement and External fixation

2. แนวทางการรักษาการรักษารูปกระดูกหักแบบมีแผลเปิด ในกรณีที่กระดูกเรเดียสหัก สามารถสรุปและแยกได้ออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

- กลุ่มของกระดูกหักที่มีแผลเปิดระดับที่ I, II, IIIa แนวทางการรักษา คือ การทำ Debridement และการผ่าตัดใส่โลหะตามกระดูกชนิดแผ่นขนาดเล็ก
- กลุ่มของกระดูกหักที่มีแผลเปิดระดับที่ IIIa ร่วมกับการสูญเสียของกระดูกไป แนวทางการรักษา คือ การทำ Debridement และการใส่ External fixator
- กลุ่มของกระดูกหักที่มีแผลเปิดระดับ IIIb, IIIc โดยไม่ว่าจะมีสูญเสียของกระดูกหรือไม่มี แนวทางการรักษา คือ การทำ Debridement และการใส่ External fixator

สามารถสรุปได้ตามตารางที่ 3.5

**ตารางที่ 3.5** แสดงแนวทางการรักษากระดูกหักแบบมีแผลเปิดบริเวณแขน ในกรณีที่กระดูกเรเดียสหัก (Open fracture shaft of radius, not included fracture around elbow and distal radio-ulnar joint)

Open fracture of radius alone	
Open fracture grade I, II, IIIa	Debridement and open reduction and internal fixation with small dynamic compression plate (DCP) and screws
Open fracture grade IIIa with severe bone loss	Debridement and External fixation
Open fracture grade IIIb, IIIc (with or without severe bone loss)	Debridement and External fixation

3. แนวทางการรักษาการรื้อกระดูกหักแบบมีแผลเปิด ในกรณีที่กระดูกอัลนาร์หัก สามารถสรุปและแยกได้ออกเป็น 4 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

- กลุ่มของกระดูกหักที่มีแผลเปิดระดับที่ I ที่ขึ้นกระดูกแทบจะไม่เคลื่อนที่ แนวทางการรักษา คือ การใส่เฝือกและเปิดช่องทำแผลไว้
- กลุ่มของกระดูกหักที่มีแผลเปิดระดับที่ I, II, IIIa แนวทางการรักษา คือ การทำ Debridement และการผ่าตัดใส่โลหะตามกระดูกชนิดแผ่นขนาดเล็ก
- กลุ่มของกระดูกหักที่มีแผลเปิดระดับที่ IIIa ร่วมกับการสูญเสียของกระดูกไป แนวทางการรักษา คือ การทำ Debridement และการใส่ External fixator
- กลุ่มของกระดูกหักที่มีแผลเปิดระดับ IIIb, IIIc โดยไม่ว่าจะมีสูญเสียของกระดูกหรือไม่มี แนวทางการรักษา คือ การทำ Debridement และการใส่ External fixator

สามารถสรุปได้ตามตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 แสดงแนวทางการรักษากระดูกหักแบบมีแผลเปิดบริเวณแขนในกรณีกระดูกอัลนาร์หัก (Open fracture shaft of ulnar, not included fracture around elbow and distal radio-ulnar joint)

Open fracture of ular alone	
Open fracture grade I with minimal or non displaced fracture	Well molded short arm cast with windows
Open fracture grade I, II, IIIa	Debridement and open reduction and internal fixation with small dynamic compression plate (DCP) and screws
Open fracture grade IIIa with severe bone loss	Debridement and External Fixation
Open fracture grade IIIb, IIIc (with or without server bone loss)	Debridement and External Fixation

3) แนวทางการรักษาภาวะกระดูกหักแบบมีแผลเปิดของกระดูกต้นขาและขาส่วนกลาง โดยแยกเป็น

1. แนวทางรักษาภาวะกระดูกหักที่มีแผลเปิดในตำแหน่งต้นขาส่วนกลาง โดยไม่รวมข้อเข่าและข้อศอก (Open fracture shaft of thigh (femur), not included fracture around hip and knee joint) สามารถสรุปและแยกได้ออกเป็น 7 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

- กลุ่มของกระดูกหักที่มีแผลเปิดระดับที่ I, II โดยปราศจากการปนเปื้อนสิ่งสกปรกที่โพรงกระดูก แนวทางการรักษาคือ การใส่โลหะตามกระดูกแบบใส่ในโพรงกระดูก (Intramedullary nailing)
- กลุ่มของกระดูกหักที่มีแผลเปิดระดับที่ I, II โดยพบว่ามีการปนเปื้อนสิ่งสกปรกที่โพรงกระดูก แนวทางการรักษา คือ การผ่าตัดตามกระดูกด้วย External fixator
- กลุ่มของกระดูกหักที่มีแผลเปิดระดับที่ I, II จากปืนลูกซอง แนวทางการรักษาคือ การใส่โลหะตามกระดูกแบบใส่ในโพรงกระดูก (Intramedullary nailing)
- กลุ่มของกระดูกหักที่มีแผลเปิดระดับที่ I, II จากปืนกลที่ใช้ในสงคราม แนวทางการรักษาคือ ให้รักษาเหมือนกับกระดูกหักที่มีแผลเปิดระดับ III
- กลุ่มของกระดูกหักที่มีแผลเปิดระดับที่ IIIa ที่ได้รับบาดเจ็บมานานน้อยกว่า 8 ชม. แนวทางการรักษาคือ การใส่โลหะตามกระดูกแบบใส่ในโพรงกระดูก (Intramedullary nailing)
- กลุ่มของกระดูกหักที่มีแผลเปิดระดับที่ IIIa ที่ได้รับบาดเจ็บมานานกว่า 8 ชม. หรือ ระดับ IIIb แนวทางการรักษาคือ การผ่าตัดใส่ External fixator
- กลุ่มของกระดูกหักที่มีแผลเปิดระดับ IIIc แนวทางการรักษาคือ การทำ Debridement และการใส่ External fixator

สามารถสรุปและแยกได้ตามระดับของความรุนแรง ได้ตามตารางที่ 3.7

**ตารางที่ 3.7** แสดงแนวทางการรักษาภาวะกระดูกหักแบบมีแผลเปิดบริเวณต้นขา

(Open fracture shaft of femur, not include fracture around hip and knee joint)

<b>Open fracture shaft of thigh (femur)</b>	
<b>Grade</b>	<b>Treatment of choices</b>
Open fracture grade I, II without gross contamination to intramedullary	Immediate intramedullary nailing
Open fracture grade I, II with gross contamination to intramedullary	External fixation
Open fracture grade I, II from low-velocity gun shot wound	Immediate intramedullary nailing
Open fracture from high-velocity gun shot wound	Consider as open fracture grade III
Open fracture grade IIIa (Less than 8 hrs)	Immediate intramedullary nailing
Open fracture grade IIIa (More than 8 hrs) or grade IIIb	External fixation
Open fracture grade IIIc (within 6 hrs, stable, no bone loss, no multiple injuries)	External fixation

4. แนวทางการรักษาภาวะกระดูกหักที่มีแผลเปิดในตำแหน่งขา

ส่วนกลางโดยไม่รวมข้อเท้าและข้อเข่า (Open fracture shaft of leg(tibia and fibula), not included fracture around elbow and shoulder joint) สามารถสรุปและแยกได้ออกเป็น 4 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

- กลุ่มของกระดูกหักที่มีแผลเปิดระดับที่ I, II โดยที่ชิ้นกระดูกแทบจะไม่เคลื่อนที่ แนวทางการรักษา คือ การใส่เฝือกและเปิดช่องทำแผลไว้, การผ่าตัด Debridement และใส่โลหะค้ำกระดูก

แบบใส่ในโพรงกระดูก หรือ การผ่าตัดใส่โลหะตามกระดูกชนิด  
แผ่น (LC-DCP)

- กลุ่มของกระดูกหักที่มีแผลเปิดระดับที่ IIIa แนวทางการรักษาคือ  
คือ การใส่โลหะตามกระดูกแบบใส่ในโพรงกระดูก  
(Intramedullary nailing)
- กลุ่มของกระดูกหักที่มีแผลเปิดระดับที่ IIIb ร่วมกับการสูญเสีย  
ของกระดูกไป แนวทางการรักษาคือ การทำ Debridement และ  
การใส่ External fixator
- กลุ่มของกระดูกหักที่มีแผลเปิดระดับ IIIc โดยไม่ว่าจะมีสูญเสีย  
ของกระดูกหรือไม่มี แนวทางการรักษาคือ การทำ Debridement  
และวิธีการยึดตรึงกระดูกพิจารณาโดยแพทย์ผู้ทำการรักษา

สามารถสรุปได้ตามตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 แสดงแนวทางการรักษากระดูกหักแบบมีแผลเปิดบริเวณขา

Open fracture shaft of leg (Tibia and fibula)	
Grade	Treatment of choices
Open fracture grade I, II with minimal or non displaced fracture	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Well molded long leg cast with windows</li> <li>● Debridement and closed reamed intramedullary nailing</li> <li>● Debridement and open reduction and internal fixation with LC-DCP plate</li> </ul>
Open fracture grade IIIa	Debridement and closed intramedullary nailing
Open fracture grade IIIb	Debridement and external fixation
Open fracture grade IIIc	Debridement and fracture stabilization up to surgeon choice



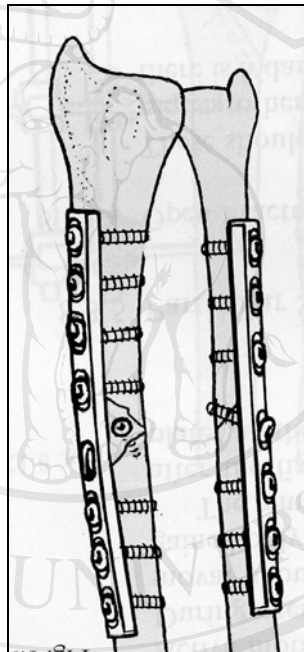
จากตารางทั้งหมดจะเห็นได้ว่าการรักษาและการวินิจฉัยภาวะกระดูกหักส่วนรยางค์ แขนและขาแบบมีแผลเปิดนั้นมีแนวทางการปฏิบัติที่แน่นอนและชัดเจน โดยการรักษาในขั้นต้น สามารถแยกได้เป็น 4 กลุ่มใหญ่ๆคือ

1) Casting คือการใส่เฝือกเป็นวิธีที่ใช้กันมานาน สามารถใช้ร่วมกับการผ่าตัด Debridement ยังถือว่าเป็นวิธีที่มาตรฐาน ในปัจจุบัน



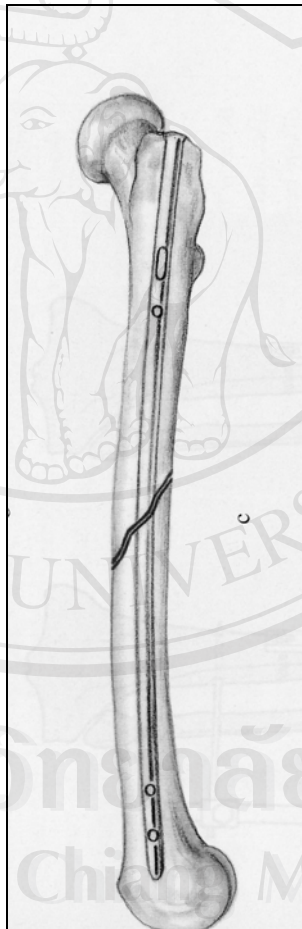
รูปที่ 3.1 แสดงการใส่เฝือกที่บริเวณต้นแขน

2) Debridement and internal fixation with plate เป็นการผ่าตัดชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยสองขั้นตอนคือ การ Debridement หรือการตัดแต่งบาดแผล โดยจะเป็นการผ่าตัดเพื่อดึงเอาสิ่งสกปรกและเนื้อเยื่อที่ตายออก เพื่อลดการติดเชื้อหลังการผ่าตัด และไม่ให้นเนื้อเยื่อที่ตายเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรค ส่วนขั้นตอนที่สองคือ Internal fixation with plate ตามรูปที่ 3.1 คือการดามกระดูกด้วยแผ่นโลหะที่เหลื่อมแบนมีรูเพื่อให้สามารถยึดตรึงกระดูกด้วยสกรูได้ แผ่นโลหะมีขนาดและลักษณะทางกายภาพที่เหมาะสมกับชิ้นกระดูกนั้นๆ เช่น small DCP LC-DCP คือ แผ่นโลหะดามกระดูกขนาดเล็กที่เหมาะสมกับบริเวณแขนส่วนปลาย



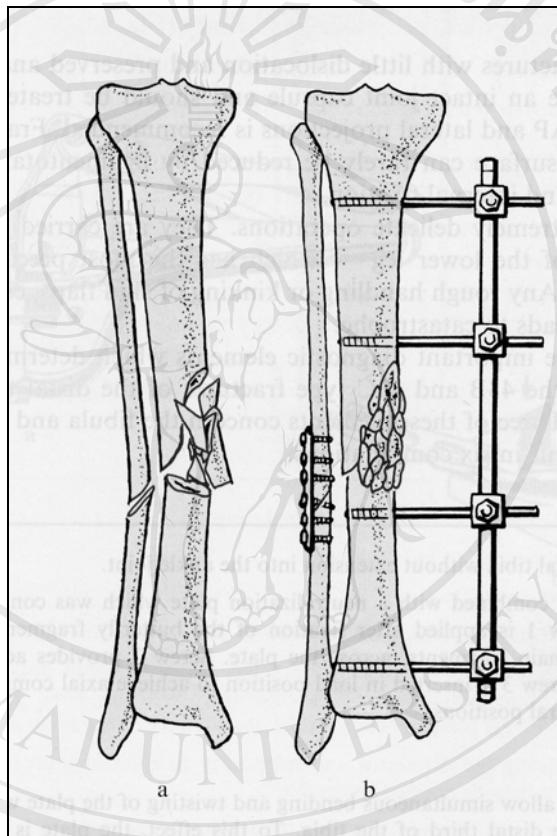
รูปที่ 3.2 แสดงการยึดตรึงกระดูกโลหะดามกระดูกชนิดเป็นแผ่น (Rockwood, 2003)

3) Debridement and internal fixation with intramedullary nail เป็นการผ่าตัดชนิดหนึ่งประกอบด้วยสองขั้นตอนคือ การ Debridement หรือการตัดแต่งบาดแผลโดยจะเป็นการผ่าตัดเพื่อดำรงเอาสิ่งสกปรกและเนื้อเยื่อที่ตายออก เพื่อลดการติดเชื้อหลังการผ่าตัด และไม่ให้น้ำเนื้อเยื่อที่ตายเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรค ส่วนขั้นตอนที่สองคือ การสอดใส่โลหะตามกระดูกเข้าไปในโพรงกระดูกโดยใช้แท่งโลหะจะมีรูกลวงก็ได้หรือไม่มีก็ได้ การที่จะสอดเข้าไปได้นั้นมีสองวิธีคือการที่แพทย์สอดเอาแท่งโลหะเข้าไปโดยไม่คว้านโพรงกระดูก (Unreamed) กับ ต้องคว้านให้โพรงกระดูกมีขนาดใหญ่ก่อนแล้วค่อยๆสอดแท่งโลหะเข้าไป (Reamed) จะเลือกใช้วิธีไหนนั้นขึ้นอยู่กับ การตัดสินใจของศัลยแพทย์



รูปที่ 3.3 แสดงการยึดตรึงกระดูกด้วยโลหะตามกระดูกชนิดแท่งสอดในโพรงกระดูก

4) Debridement and External fixation เป็นการผ่าตัดชนิดหนึ่งประกอบด้วยสองขั้นตอนคือ การ Debridement หรือการตัดแต่งบาดแผลโดยจะเป็นการผ่าตัดเพื่อล้างเอาสิ่งสกปรก และเนื้อเยื่อที่ตายออก เพื่อลดการติดเชื้อหลังการผ่าตัด และไม่ให้เนื้อเยื่อที่ตายเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรค ส่วนขั้นตอนที่สองคือ การยึดตรึงกระดูกจากทางด้านนอก โดยใช้แท่งเหล็ก มักจะใช้ในกรณีที่มีการสูญเสียของกระดูกไปหรือได้รับบาดเจ็บอยู่ในที่ๆสกปรกมาก



รูปที่ 3.4 แสดงการยึดตรึงกระดูกด้วยโลหะตามกระดูกชนิดยึดติดจากภายนอก

จากความรู้ทั้งหมดก็จะนำไปสู่การถอดความรู้เพื่อเขียนเป็นกฎของแนวทางการรักษาตามหลักไวยากรณ์ของคลิปต่อไป

### 3.4 การออกแบบพัฒนาฐานความรู้ของแนวทางการวินิจฉัยระดับความรุนแรงของภาวะกระดูกหักที่มีแผลเปิด (Knowledge design and Algorithm)

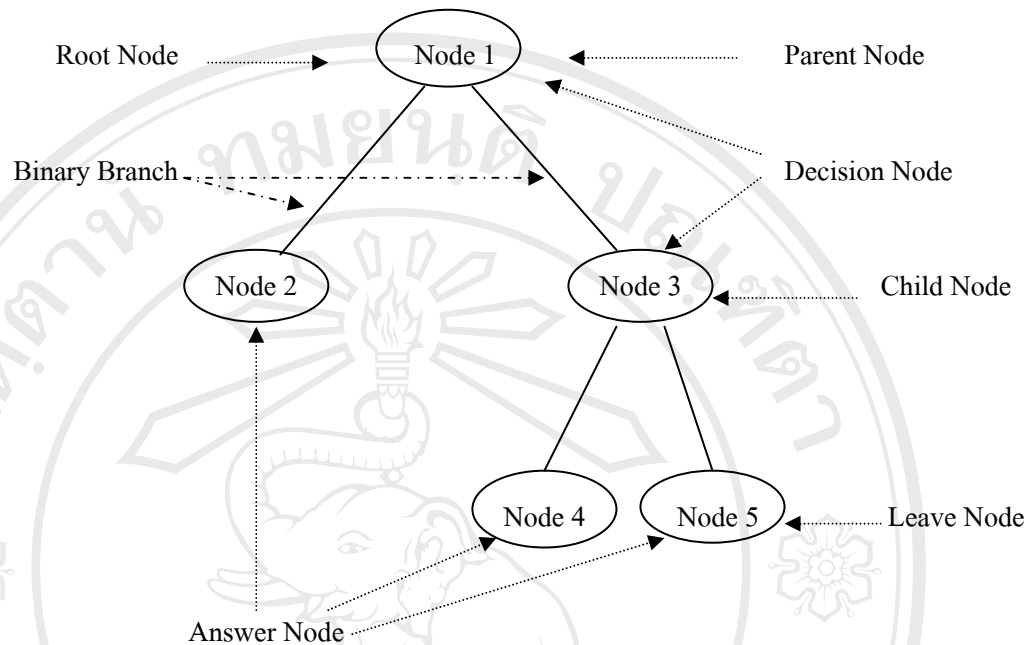
เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญมีขั้นตอนวิธี หลายแบบที่สามารถนำมาใช้ในการออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญ แต่เนื่องจากลักษณะของปัญหาที่นำมาศึกษาครั้งนี้เป็นปัญหาในการหาคำตอบจากกลุ่มของคำตอบที่เป็นไปได้ (ซึ่งถูกเตรียมไว้) โดยการตั้งคำถามให้ตอบหรือการตัดสินใจเป็นลำดับเพื่อลดกลุ่มของคำตอบที่เป็นไปได้ลงจนเหลือเพียงคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว ดังนั้นจึงเลือกวิธีการตัดสินใจแบบต้นไม้ (Decision Tree) ในการออกแบบฐานความรู้

การตัดสินใจแบบต้นไม้ (Decision Tree) ประกอบด้วยโหนด (Node) และเส้นเชื่อม (Branches) โหนดจะแทนตำแหน่งในต้นไม้ ตำแหน่งเหล่านั้นจะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ โหนดตัดสินใจ (Decision node) และ โหนดคำตอบ (Answer node) เส้นเชื่อมจะเชื่อมระหว่างโหนดพ่อ (Parent node) และ โหนดลูก (Child node) ซึ่งจะเป็นโหนดคำตอบ (Answer node) ในขณะที่ โหนดที่มีลูก (Child node) จะเป็นโหนดตัดสินใจ (Decision node) ดังแสดงในรูปที่ 3.12

โหนดที่เป็นโหนดตัดสินใจ (Decision node) จะมีคำถามให้ตอบจากคำตอบสามารถแบ่ง การตัดสินใจแบบต้นไม้ (Decision tree) ได้ 2 แบบคือแบบเส้นเชื่อม 2 เส้น (Binary Branches) และแบบเส้นเชื่อมมากกว่า 2 เส้น (Multiple Branches) โดยแบบเส้นเชื่อม 2 เส้นจะเป็นต้นไม้การตัดสินใจ โดยคำถามจะเป็นประเภทปลายปิดซึ่งคำตอบจะมีเพียง 2 คำตอบคือ ใช่ (Yes) หรือ ไม่ใช่ (No) ในขณะที่แบบเส้นเชื่อมมากกว่า 2 เส้นจะเป็นคำถามประเภทปลายเปิดมีคำตอบให้ตอบมากกว่า 2 คำตอบ

ดังนั้นในการเขียนโปรแกรมการตัดสินใจแบบต้นไม้ (Decision tree) จึงต้องเขียนให้ระบบประกอบด้วย โหนด 3 แบบคือ โหนดรูท โหนดตัดสินใจ และโหนดคำตอบ ดังแสดงในรูปที่ 3.5





รูปที่ 3.5 แสดงโครงสร้างต้นไม้การตัดสินใจ

แนวทางการวินิจฉัยภาวะกระดูกหักที่มีแผลเปิดนี้ (Algorithm) ได้ยึดแนวทางตามตารางที่ 3.1 การพัฒนาต้นแบบระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อช่วยในการให้คำปรึกษาแนวทางการรักษาภาวะกระดูกส่วนแขนและขาหัก ที่มีแผลเปิดสำหรับแพทย์เวชปฏิบัติทั่วไป รพ.สมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช จ.ตาก โดยได้แยกปัจจัยหลัก 4 ข้อ เพื่อการวินิจฉัยภาวะนี้ ได้แก่

1) ความยาวของบาดแผล โดยในข้อนี้ระบบจะแสดงคำถาม “How long is the wound?” สำหรับคำตอบที่เป็นไปได้ของข้อนี้คือ A. แผลมีความยาวน้อยกว่า 1 ซม., B. แผลมีความยาวระหว่าง 1 ซม. ถึง 10 ซม., C. แผลมีความยาวมากกว่า 10 ซม.

2) ระดับความสกปรกของบาดแผล โดยระบบจะแสดงคำถาม “How is the degree of contamination?” สำหรับคำตอบที่เป็นไปได้ของข้อนี้คือ A. Minimal or no contamination, B. Moderate contamination, C. High contamination

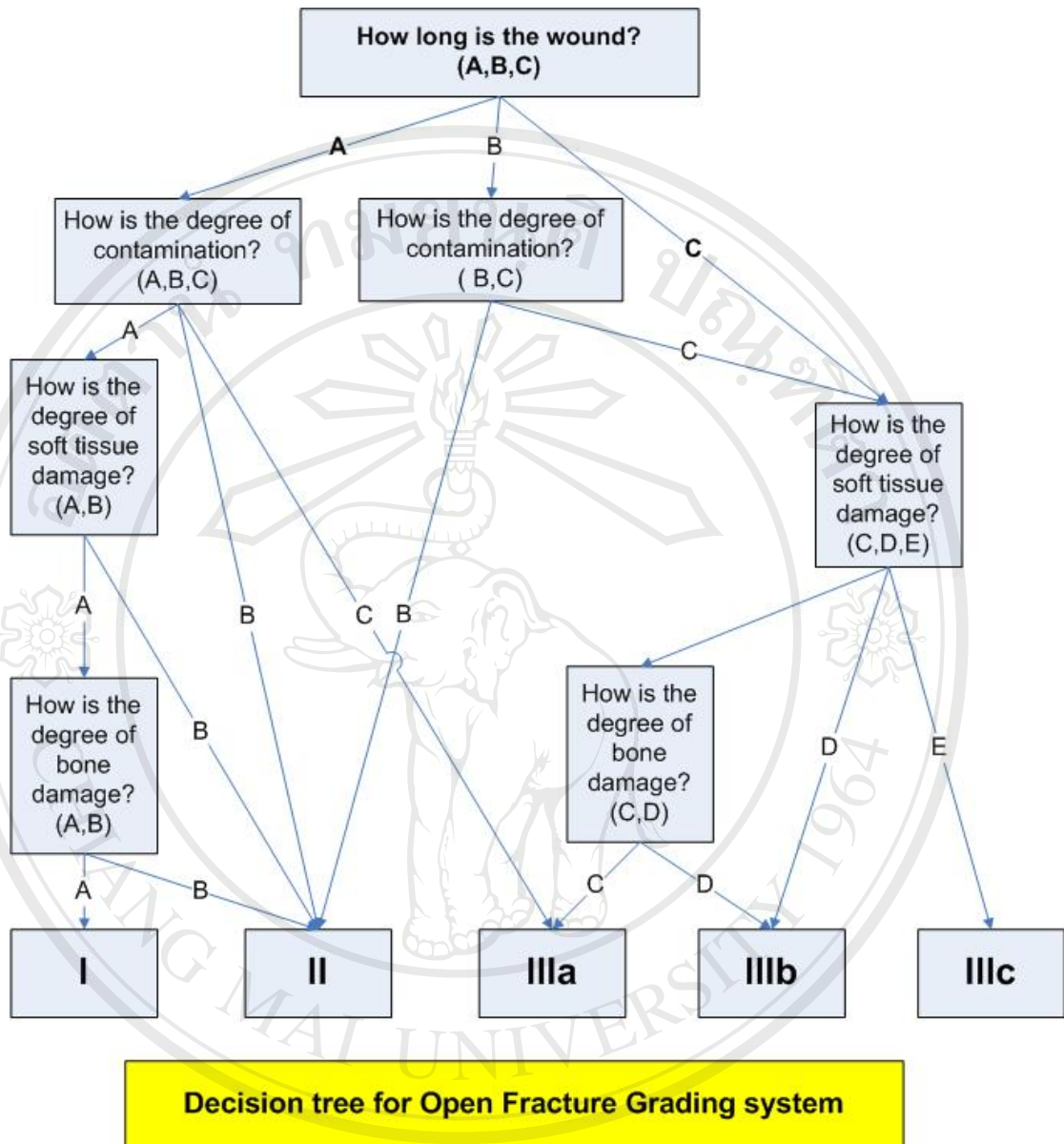
3) ระดับความรุนแรงต่อเนื้อเยื่ออ่อนข้างเคียงโดยระบบจะแสดงคำถาม “How is the degree of soft tissue damage?” สำหรับคำตอบที่เป็นไปได้ของข้อนี้คือ A. Minimal soft tissue injury, B. Moderate soft tissue injury, C. Severe with crushing, D. Severe soft tissue injury with require soft tissue reconstruction, E. Severe soft tissue injury plus vascular injury required repair; may soft tissue reconstruction



4) ระดับความรุนแรงของการบาดเจ็บของกระดูก โดยระบบจะแสดงคำถาม”How is the degree of bone damage?” สำหรับคำตอบที่เป็นไปได้ของข้อนี้คือ A. Simple or minimal comminution , B. Moderate comminution, C. Severe comminution and soft tissue coverage of bone possible, D. More severe comminution and poor bone coverage

ผู้ศึกษาได้นำความรู้ที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์แยกความรู้ออกเป็นกลุ่มๆ โดยยึดเอาชนิดของปัญหาการผลิตยาเม็ดขึ้นเป็นตัวอย่าง (นภคล ชลอรรถรม,2546) และนำความรู้นั้นมาเรียบเรียงนำเสนอในรูปแบบแสดงแทนความรู้เพื่อให้เข้าใจง่าย สะดวกต่อการนำไปสร้างฐานความรู้และการตรวจสอบ โดยวิศวกรความรู้(ผู้ศึกษา)จะทำการแยกชนิดของระดับความรุนแรงของภาวะกระดูกหักที่มีแผลเปิด และแนวทางการรักษาแยกตามอวัยวะ มาเรียบเรียงนำเสนอในรูปแบบโครงสร้างการตัดสินใจแบบต้นไม้ (Decision tree) โดยแต่ละโหนดของโครงสร้างการตัดสินใจแบบต้นไม้จะเป็นคำถามที่ใช้ในการตรวจสอบวินิจฉัยหาแนวทางการวินิจฉัยภาวะกระดูกหักแบบมีแผลเปิด แล้วนำแยกตามตำแหน่งของอวัยวะที่ได้รับบาดเจ็บ เพื่อนำมาอนุมานหาคำตอบของแต่ละกรณีอีกครั้งหนึ่ง

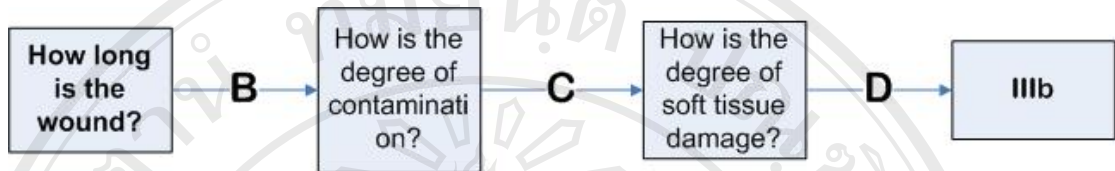
โดยสามารถแสดงเป็นผังงานของการวินิจฉัยในแต่ละภาวะของกระดูกหักที่มีแผลเปิดได้ดังนี้ตามรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 รูปโครงสร้างต้นไม้เพื่อการตัดสินใจเพื่อการวินิจฉัยภาวะกระดูกหักแบบมีแผลเปิด

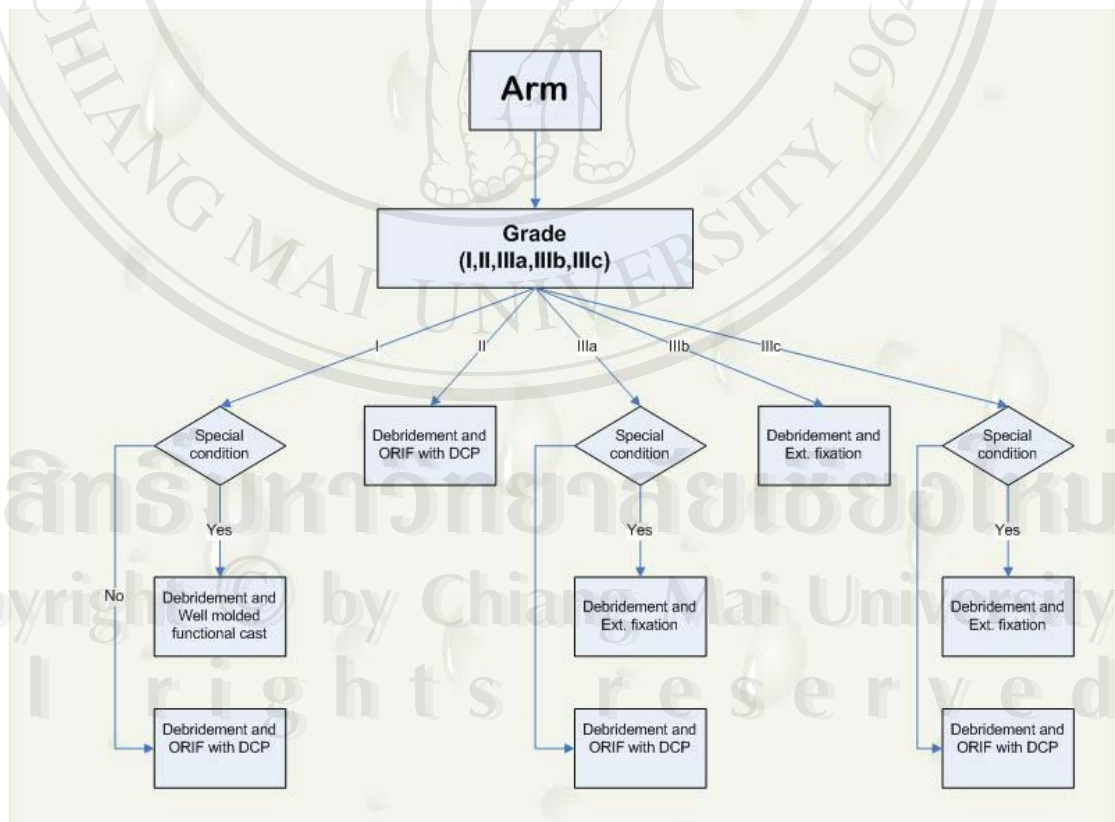
โดยจากในรูปที่ 3.6 จะขอยกตัวอย่างแนวทางการวินิจฉัยระดับความรุนแรงของ ภาวะกระดูกหักที่มีแผลเปิด ดังนี้ เริ่มต้นจากเมื่อมีผู้บาดเจ็บมาที่ห้องฉุกเฉิน ของ รพ.สมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช หลังจากที่ทำการตรวจร่างกายและซักประวัติเสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้ว แพทย์ผู้เฝ้าระบบจะนำเอาข้อมูลที่ได้ ไปตอบคำถามของระบบผู้เชี่ยวชาญดังนี้ ในคำถามที่ 1 คำถามเกี่ยวกับขนาดแผล ในกรณีนี้แพทย์ผู้เฝ้า ได้ตอบว่ามีความยาวระหว่าง 1 ถึง 10 เซนติเมตร(ข้อ B) ระบบ จะเก็บค่าคำตอบเท่ากับ B ระบบจะถามต่อในคำถามที่ 2 ที่เกี่ยวกับความสกปรกของบาดแผล แพทย์ผู้เฝ้าตอบว่ามาก(ข้อ C) ระบบก็จะเก็บค่า C แล้วระบบจะถามคำถามที่ 3 ที่เกี่ยวข้องกับความรุนแรงของ

การบาดเจ็บเนื้อเยื่อ แพทย์ผู้ใช้งานตอบว่า มีการสูญเสียของผิวหนังไปพอสมควรแต่เส้นเลือดไม่ฉีกขาด (ข้อ D) ระบบก็จะเก็บค่า D แล้วส่งค่าของระดับความรุนแรงของภาวะกระดูกหักที่มีแผลเปิดเท่ากับ 3b โดยไม่ต้องถามคำถาม ที่ 4 หรือสามารถอธิบายได้โดยโครงสร้างต้นไม้เพื่อการตัดสินใจตามรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ตัวอย่าง Algorithm แนวทางการวินิจฉัยระดับความรุนแรงของภาวะกระดูกหักที่มีแผลเปิด หลังจากได้ระดับความรุนแรงแล้วระบบ จะเก็บค่าที่ได้ไว้ ต่อมาระบบจะให้ผู้ใช้เลือกปัจจัยอื่นๆ ที่ทำให้การวินิจฉัยหรือแนวทางการรักษาเปลี่ยนแปลง ตามตารางที่ 3.2 นำเอาไปเปรียบเทียบกับ โครงสร้างต้นไม้เพื่อการตัดสินใจโดยแยกตามอวัยวะที่ได้รับบาดเจ็บดังนี้

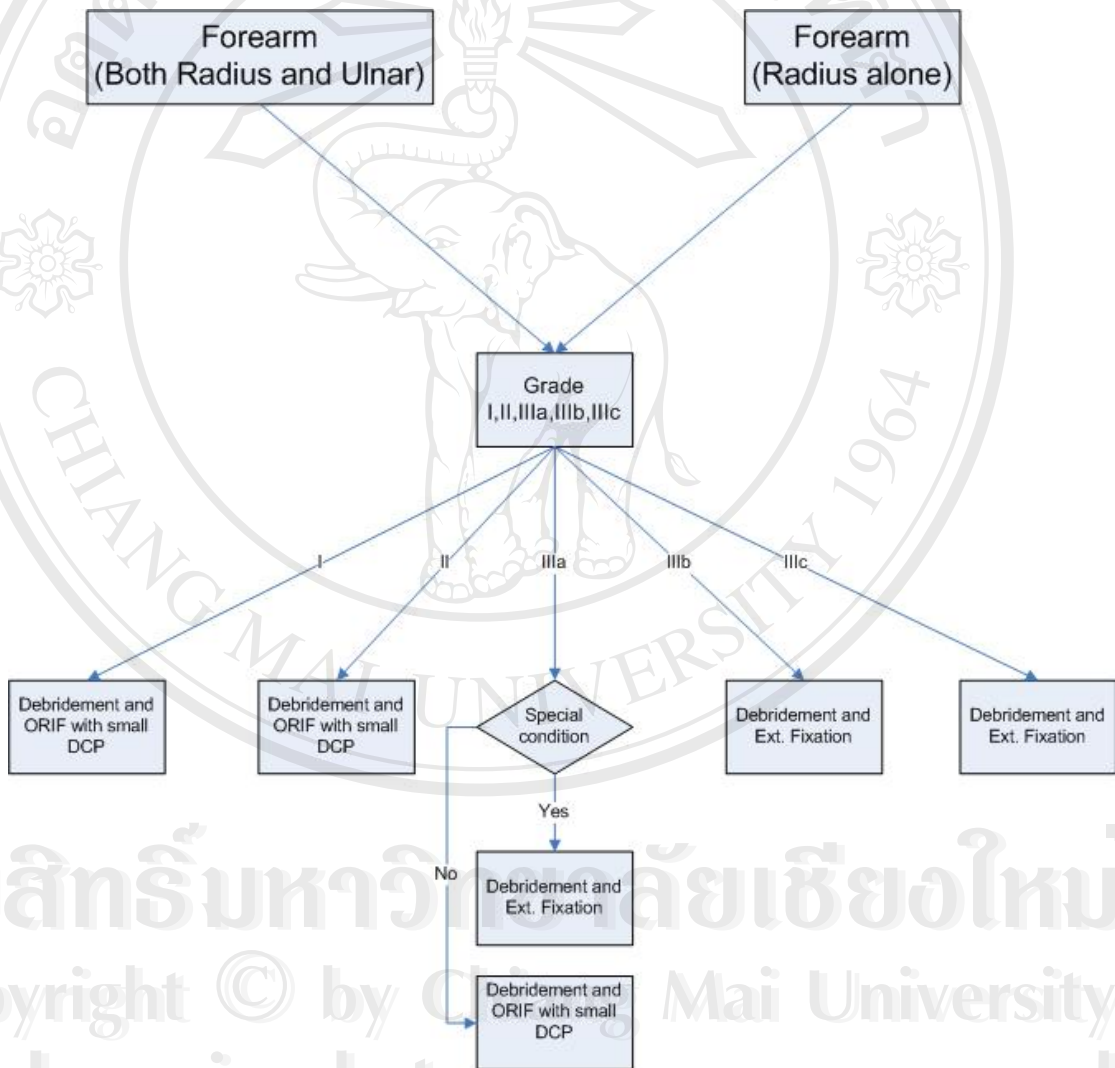
- 1) ฟังงานของโครงสร้างต้นไม้เพื่อการให้แนวทางการรักษาภาวะกระดูกหักที่มีแผลเปิดของกระดูกต้นแขน



รูปที่ 3.8 รูปโครงสร้างต้นไม้เพื่อการตัดสินใจเพื่อให้แนวทางการรักษาภาวะกระดูกหักแบบมีแผลเปิดของกระดูกต้นแขน

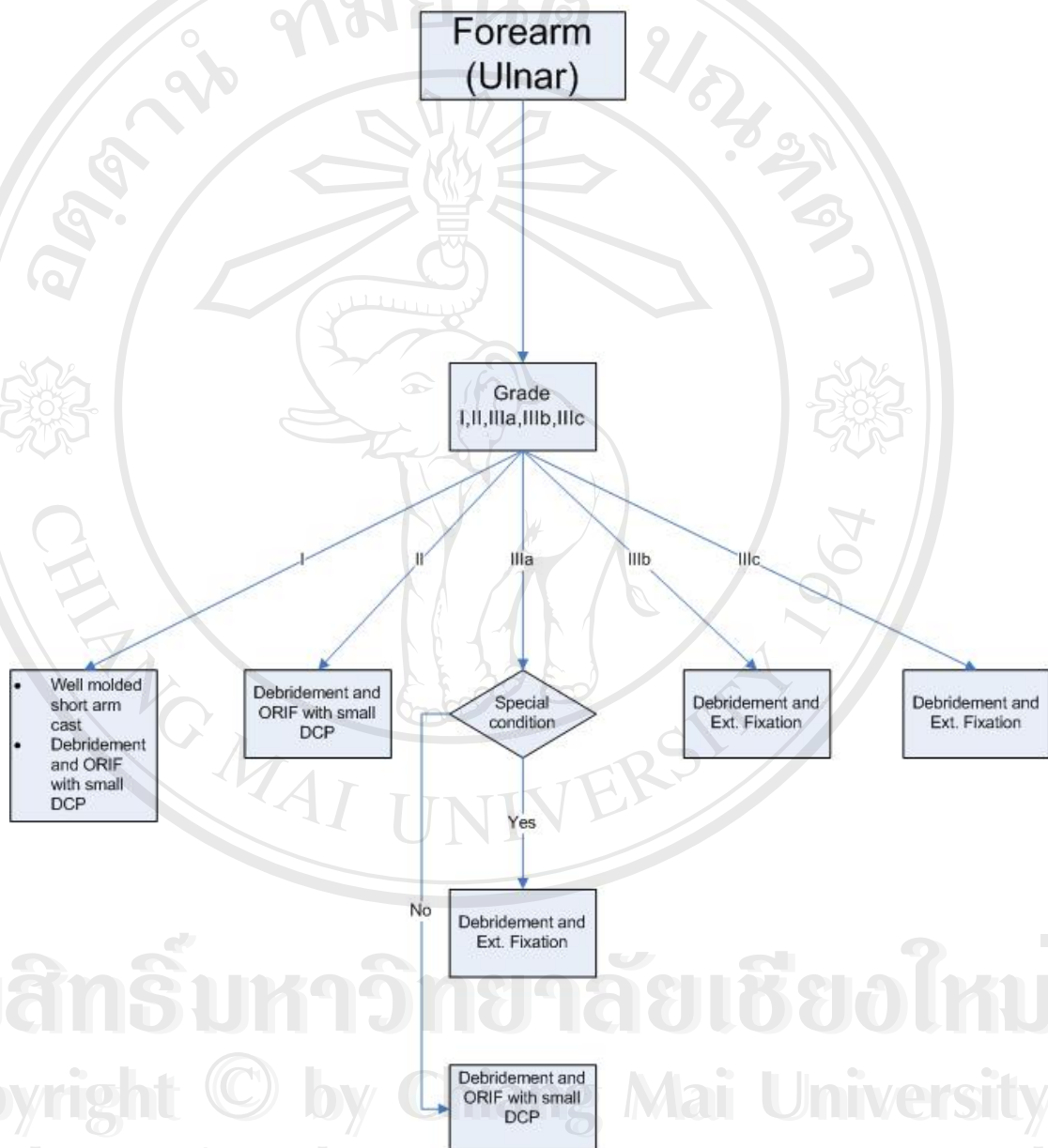
ในรูปที่ 3.8 นี้ จะขอยกตัวอย่าง Algorithm ของการให้แนวทางการรักษา ดังนี้ โดยถ้าเป็นภาวะกระดูกหักที่มีแผลเปิดเป็น IIIb เมื่อดูตามรูปที่ 3.8 การรักษาที่ได้คือ Debridement และผ่าตัดใส่ External fixation

- 2) ฟังงานของโครงสร้างต้นไม้เพื่อการให้แนวทางการรักษาภาวะกระดูกหักที่มีแผลเปิดของบริเวณกระดูกเรเดียสหักอันเดียว และ กระดูกเรเดียสและกระดูกอัลนาร์ทั้งคู่



รูปที่ 3.9 รูปโครงสร้างต้นไม้เพื่อการตัดสินใจเพื่อให้แนวทางการรักษาภาวะกระดูกหักแบบมีแผลเปิดของกระดูกแนวทงให้การรักษาภาวะกระดูกหักที่มีแผลเปิดของกระดูกปลายแขนส่วนกลาง บริเวณกระดูกเรเดียสหักอันเดียว และ กระดูกเรเดียสและกระดูกอัลนาร์ทั้งคู่

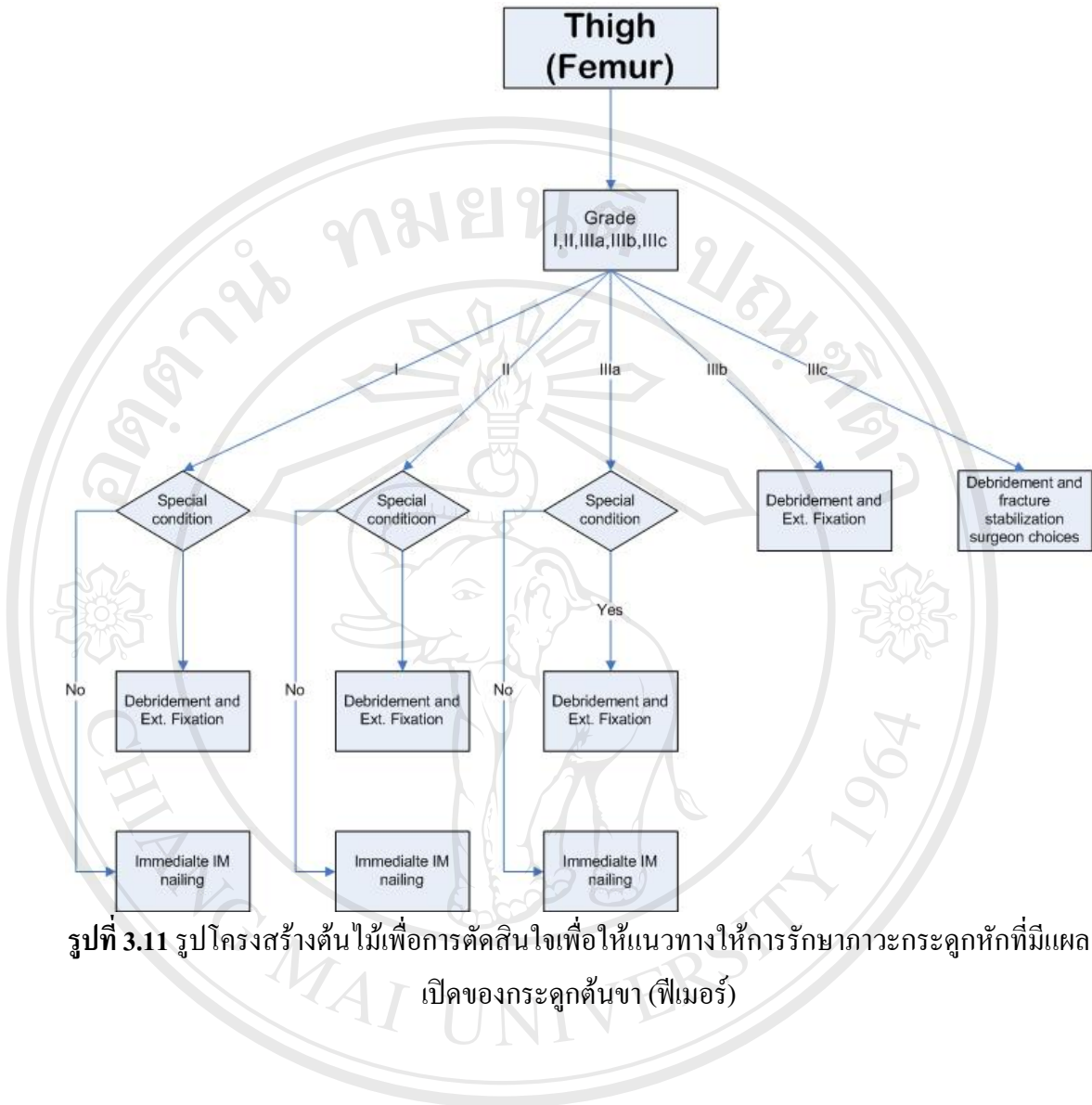
- 3) ฟังงานของโครงสร้างต้นไม้เพื่อการให้แนวทางการรักษาภาวะกระดูกหักที่มีแผลเปิดของกระดูกปลายแขนส่วนอัลนาร์



รูปที่ 3.10 รูปโครงสร้างต้นไม้เพื่อการตัดสินใจเพื่อให้แนวทางให้การรักษาภาวะกระดูกหักที่มีแผลเปิดของกระดูกปลายแขนส่วนกลางบริเวณกระดูกอัลนาร์เพียงอันเดียว

- 4) ฟังงานของโครงสร้างต้นไม้เพื่อการให้แนวทางการรักษาภาวะกระดูกหักที่มีแผลเปิดของกระดูกต้นขาหรือฟีเมอร์

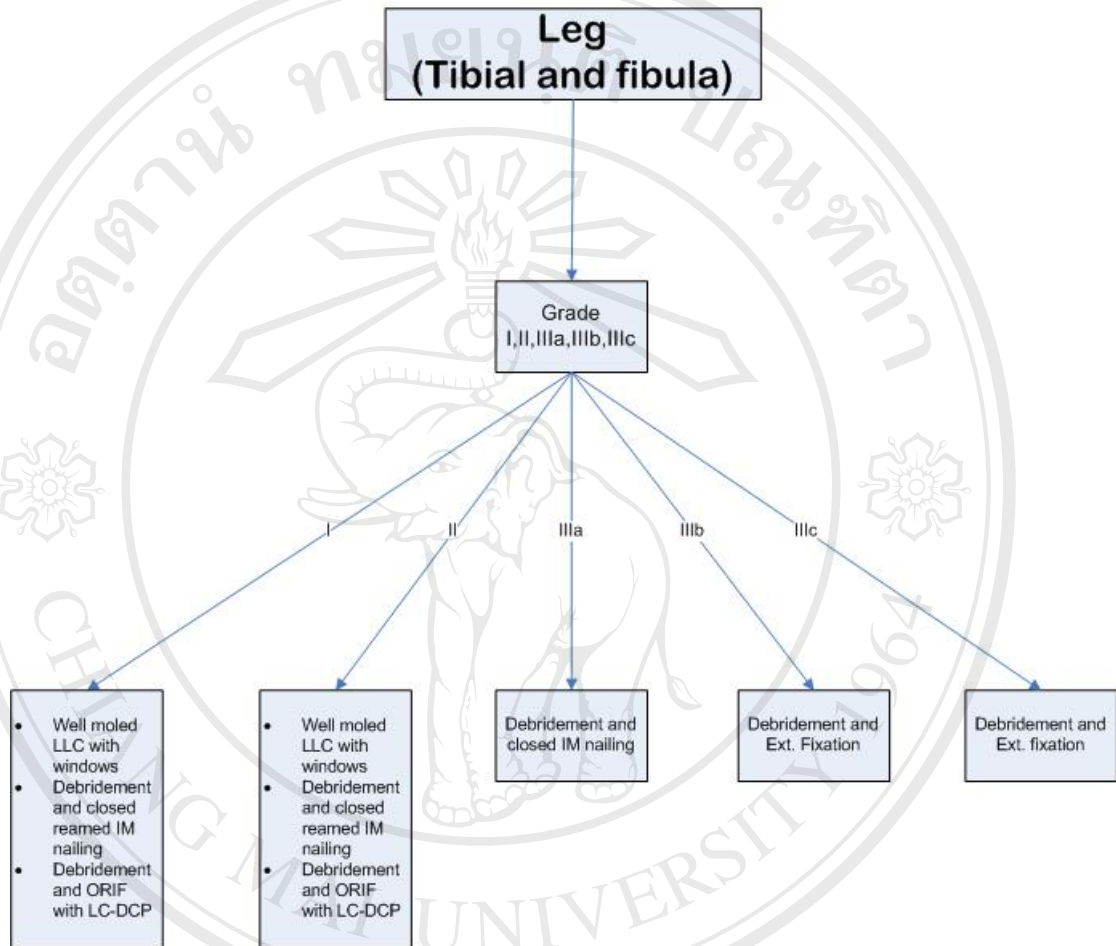




รูปที่ 3.11 รูปโครงสร้างต้นไม้เพื่อการตัดสินใจเพื่อให้แนวทางให้การรักษาภาวะกระดูกหักที่มีแผลเปิดของกระดูกต้นขา (ฟีเมอร์)



- 5) ผังงานของโครงสร้างต้นไม้เพื่อการให้แนวทางการรักษาภาวะกระดูกหักที่มีแผลเปิดของกระดูกขาหรือทibiaและfibula



รูปที่ 3.12 รูปโครงสร้างต้นไม้เพื่อการตัดสินใจเพื่อให้แนวทางให้การรักษาภาวะกระดูกหักที่มีแผลเปิดของกระดูกขาหรือทibiaและfibula

จากรูปของโครงสร้างต้นไม้ตั้งแต่ รูปที่ 3.8 ถึง 3.12 ได้นำไปเรียบเรียงถอดความรู้เป็นกฎ เพื่อการอนุมานด้วยเปลือกผู้เชี่ยวชาญคลิปลิสต์ต่อไป

### 3.5 การจัดทำระบบในส่วนการออกแบบฐานความรู้

การนำเสนอความรู้ในฐานความรู้ เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญคลิปลิสต์สามารถนำเสนอได้ทั้งในรูปแบบกฎ หรือรูปแบบข้อเท็จจริงก็ได้ แต่ด้วยเหตุผลที่ว่าความรู้ที่อยู่ในข้อเท็จจริงจะถูก

แก้ไขปรับปรุงเพิ่ม หรือลดความรู้ได้ง่าย และขั้นตอนการแก้ไขปรับปรุงความรู้ไม่ควรจะมีผลกระทบต่อ Source code ระบบผู้เชี่ยวชาญ หรือถ้ามีก็ควรจะทำให้ออกแบบให้มีน้อยที่สุด จึงเป็นการเหมาะสมที่การศึกษาครั้งนี้จะออกแบบให้นำเสนอความรู้ไว้ในรูปแบบของกฎมากกว่า รูปแบบของกลุ่มข้อเท็จจริงดังนั้นทุกโหนดวิธีการตัดสินใจแบบต้นไม้ (Decision Tree) ไม่ว่าจะ เป็นโหนดตัดสินใจหรือโหนดคำตอบจะถูกออกแบบให้นำเสนอในรูปแบบของกฎซึ่งกำหนด โครงสร้างไว้ดังนี้

	(deftemplate node	
	(slot name)	
โดย	node	คือชื่อของ Fact ซึ่งแต่ละโหนดมีชื่อเฉพาะไม่ซ้ำกัน
	name	คือชื่อของ slot ที่บรรจุ Fact ไว้

ค่าที่อยู่ใน โหนดตัดสินใจ สล็อต (slot name) จะถูกกำหนดค่าเฉพาะ โดยแต่ละค่าที่ บรรจุไว้จะเชื่อมต่อการแปรความหมายใน หลักการทำงานของระบบคือระบบติดต่อกับผู้ใช้ เขียนขึ้นจาก Visual Basic 6.0 นั้นจะทำการคัดกรองคำสั่งที่ส่งให้แก่เปลือกกระบวนผู้เชี่ยวชาญคลิปลั๊แบบ ActiveX control เพื่อทำการอนุมาน โดยการส่งค่าไปนั้นส่งเฉพาะรหัสตัวเลขที่ได้กำหนดไว้ เพื่อความสะดวกในการจัดทำและตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม โดยค่าดังกล่าวผู้ศึกษาได้ใช้ ตัวแปร ที่สำคัญในการเก็บค่าของระบบดังต่อไปนี้

- 1) ค่าตัวแปรที่ได้จากการเลือกบริเวณที่ศึกษา
- 2) ค่าตัวแปรที่ได้จากการคัดกรองคำถามคำตอบเกี่ยวกับ ภาวะกระดูกหักที่มีแผลเปิดนี้ โดย ค่าที่เก็บไว้จะเป็นตัวแทนระดับของความรุนแรงของภาวะนี้
- 3) ค่าของปัจจัยอื่นๆที่ทำให้แนวทางการรักษาเปลี่ยนไป ตามตารางที่ 3.2
- 4) ค่าที่เปลือกผู้เชี่ยวชาญคลิปลั๊จะส่งกลับออกมาทาง router โดยจะนำไปแปรผลที่ได้ กับฐานข้อมูลของระบบที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลคลังรายละเอียดตามตารางที่ 3.8 ดังนี้

ตารางที่ 3.8 แสดงชนิดของแนวทางการรักษาที่เก็บไว้ในไฟล์ข้อมูล

แนวทางการรักษา	ค่าที่เก็บไว้ในคำตอบ แต่ละของแต่ละแถว
Well molded long leg cast with windows	0
Debridement and irrigate the wound and well molded functional cast	1
Debridement and open reduction and internal fixation with dynamic compression plate (DCP) and screws	2
Debridement and External Fixation	3
Debridement and open reduction and internal fixation with small dynamic compression plate (DCP) and screws	4
Well molded short arm cast with windows Debridement and open reduction and internal fixation with small dynamic compression plate (DCP) and screws	5
Well molded long leg cast with windows Debridement and closed reamed intramedullary nailing Debridement and open reduction and internal fixation with LC-DCP	6
Debridement and closed intramedullary nailing	7
Debridement and fracture stabilization up to surgeon choice	8
Immediate intramedullary nailing	9
Debridement and open reduction and internal fixation with LC-DCP plate	10

สรุปขั้นตอนของการออกแบบกระบวนการวินิจฉัย (Inference process)

สำหรับกระบวนการวินิจฉัยได้ออกแบบขั้นตอนการทำงานให้มีรายละเอียดดังนี้

1. เริ่มที่ขั้นตอนแรกผู้ใช้ระบบจะทำการเลือกบริเวณที่ได้ต้องการศึกษาระบบจะเก็บค่าที่ได้ไว้
2. หลังจากเลือกบริเวณแล้ว ระบบจะให้ผู้ใช้เลือกตอบคำถามที่จะช่วยในการบอกระดับความรุนแรงของภาวะกระดูกหักที่มีแผลเปิด ระบบจะเก็บค่าของการเลือกไว้ แล้วนำไปประมวลผลว่าความรุนแรงเป็นระดับใด

3. ต่อมาระบบจะสั่งให้เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ CLIPS ทำงานโดย ระบบจะส่งค่าความจริง (Fact) สามชนิดเข้าไปคือ ตำแหน่งของบริเวณที่ได้รับบาดเจ็บ ระดับความรุนแรงของภาวะกระดูกหักที่มีแผลเปิด ปัจจัยพิเศษที่มีผลต่อการรักษา

4. จากนั้นเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ CLIPS จะนำเอาค่าของ Fact ที่ได้ ไปเทียบกับกฎที่ได้เตรียมไว้ก่อนแล้วเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ จะให้ค่าตัวเลขของแนวทางการรักษาออกมา กลับคืนสู่ระบบ

5. ระบบจะนำคำตอบที่ได้ไปเปรียบเทียบกับไฟล์ฐานข้อมูล ว่าค่าแนวทางแบบนี้คืออะไรแล้วระบบจะแสดงผลลัพธ์ที่ได้ออกมา ในรูปที่อ่านได้เข้าใจมาแสดง

จากการออกแบบข้างต้นสามารถนำมาเขียนเป็นกฎได้ดังตัวอย่าง ต่อไปนี้ กำหนดค่าของ Fact เพื่อรับค่าจาก Visual basic

```
(defmodule MAIN (export ?ALL))
```

```
(deftemplate LocatePart
```

```
(slot part))
```

```
(deftemplate Grading
```

```
(slot Grade))
```

```
(deftemplate Condition
```

```
(slot Cond)
```

```
(defrule ConsultI
```

```
(and (Condition (Cond 0))
```

```
(and (LocatePart (part 1))
```

```
(Grading (Grade 1))))
```

```
=>
```

```
(printout wdialog "2" crlf))
```

และเมื่อผู้ใช้งานป้อนคำตอบของคำถามเรื่องบริเวณที่ได้รับบาดเจ็บ กับ ระดับความรุนแรงของภาวะกระดูกหักแบบมีแผลเปิด ระบบจะส่งค่าของความจริงสามชนิด ได้แก่ บริเวณที่ได้รับบาดเจ็บ ระดับความรุนแรงของกระดูกหักแบบมีแผลเปิด ภาวะพิเศษที่ทำให้การวินิจฉัยเปลี่ยนแปลง ให้เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ CLIPS ชนิด ActiveX control ทำการอนุมาน (Inference process) โดยระบบติดต่อกับผู้ใช้จะเรียกการทำงานของเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญคลิป์สแบบ ActiveX control

หลังจากนั้นทำการโหลดไฟล์ OpenRx.clp ซึ่งเป็น ไฟล์ของกฎที่เขียนไว้ตาม algorithm รูปที่ 3.8 ถึง 3.12 ระบบจะส่งค่าตัวแปรเข้าไปตรวจสอบหา action ที่ match ในไฟล์ดังกล่าว เมื่อพบค่าที่ต้องการแล้วเปลือกรบบผู้เชี่ยวชาญคลิปลิสแบบ ActiveX control จะส่งค่ากลับออกมาที่เป็นรหัสตัวเลขของแนวทางการรักษา ระบบติดต่อกับผู้ใช้จะทำการแปรผลรหัสที่ได้ตามไฟล์ข้อมูลที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ค่าที่กำหนดไว้แสดงไว้ตามตารางที่ 3.13

เมื่อตำแหน่งปัจจุบันเป็น โหนดคำตอบระบบผู้เชี่ยวชาญจะใช้กฎต่อไปนี้ในการส่งคำตอบที่ต้องการให้แก่โปรแกรมแล้วทำการแสดงผลต่อผู้ใช้ระบบ

### 3.6 การจัดทำระบบในส่วนการติดต่อกับผู้ใช้ระบบ

การนำเปลือกรบบผู้เชี่ยวชาญคลิปลิสไปใช้งานในปัจจุบันสามารถจะแบ่งเป็น 3 ประเภท ทั้งนี้ขึ้นกับระบบปฏิบัติการ (Operating System) ดังนี้

- (1) ระบบผู้เชี่ยวชาญที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการแบบดอส (DOS)
- (2) ระบบผู้เชี่ยวชาญที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการแบบวินโดวส์ (WINDOWS)
- (3) ระบบผู้เชี่ยวชาญที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการแบบยูนิกซ์ (UNIX)

ในการศึกษาครั้งนี้ การติดต่อกับสื่อสารระหว่างผู้ใช้ระบบกับการพัฒนาต้นแบบระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อการช่วยในการให้คำปรึกษาแนวทางการรักษา ภาวะกระดูกส่วนแขนและขาหัก ที่มีแผลเปิดสำหรับแพทย์เวชปฏิบัติทั่วไป รพ.สมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช จ.ตาก เป็นสิ่งสำคัญ ผู้ศึกษาจึงได้เลือกระบบปฏิบัติการแบบวินโดวส์ (Windows) เพื่อลดข้อจำกัดการทำงานแบบ command line ของ CLIPS แบบดั้งเดิม และยังสามารถใช้เมาส์ หรือสอดแทรกรูปภาพเพื่อประกอบการอธิบาย โดยใช้ Visual Basic 6.0 ในการเขียนส่วนติดต่อกับผู้ใช้และเชื่อมต่อกับเปลือกรบบผู้เชี่ยวชาญคลิปลิส ชนิด ActiveX Control ภายในระบบอีกครั้งหนึ่ง

### 3.7 การจัดทำระบบในส่วนการปรับปรุงแก้ไขฐานความรู้

เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ระบบผู้เชี่ยวชาญได้รับการออกแบบให้นำเสนอความรู้อยู่ในรูปของข้อเท็จจริงที่ถูกแยกไว้ต่างหากในไฟล์ฐานข้อมูลตามตารางที่ 3.13 ดังนั้นวิธีการปรับปรุงฐานความรู้จึงสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กรณีตามขอบเขตของการปรับปรุงดังนี้

- 1) กรณีปรับปรุงความรู้เดิม

ลักษณะนี้จะเป็นการปรับปรุงความรู้เกี่ยวกับคำถามและคำตอบในไฟล์ฐานข้อมูลของระบบให้มีความละเอียดถูกต้องมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็น การปรับปรุงแก้ไขข้อความคำถามที่อยู่ในระบบหรือคำตอบที่อยู่ในฐานข้อมูลของระบบ โดยใช้โปรแกรม Microsoft access ส่วนกฎสามารถเพิ่มเติมกฎที่เกี่ยวกับการรักษาใหม่ๆ ได้ โดยใช้โปรแกรม Notepad, WordPad และ Microsoft Word เรียกไฟล์ข้อมูลตาม โดยดูฟังก์ชันของชนิดแนวทางการรักษาภาวะกระดูกหักที่มีแผลเปิด ทำการแก้ไขปรับปรุงฐานความรู้ก็ไม่จำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจในหลักการทำงานของคลิป์สเลย เพียงแต่เข้าใจโครงสร้างของตารางเท่านั้น

2) กรณีเพิ่มกฎใหม่

ลักษณะนี้จะเป็นการเพิ่มความรู้เกี่ยวกับแนวทางการรักษาให้ทันสมัย ในฐานความรู้ให้มากยิ่งขึ้น โดยระบบต้นแบบผู้เชี่ยวชาญ จะใช้ file ของ CLIPS เป็นที่เก็บกฎไว้

3) กรณีเพิ่มความรู้ใหม่

ลักษณะนี้ต้องมีการเพิ่มความรู้ใหม่พร้อมคำถามและคำตอบลงใน ฐานข้อมูล Microsoft Access และต้องมีการเขียน Interface ใหม่เพื่อรองรับคำถามและคำตอบที่แตกต่างไปจากเดิม ส่วนฟังก์ชันของคำตอบและคำถามก็เหมือนกับการปรับปรุงโครงสร้างตารางความรู้เดิม