

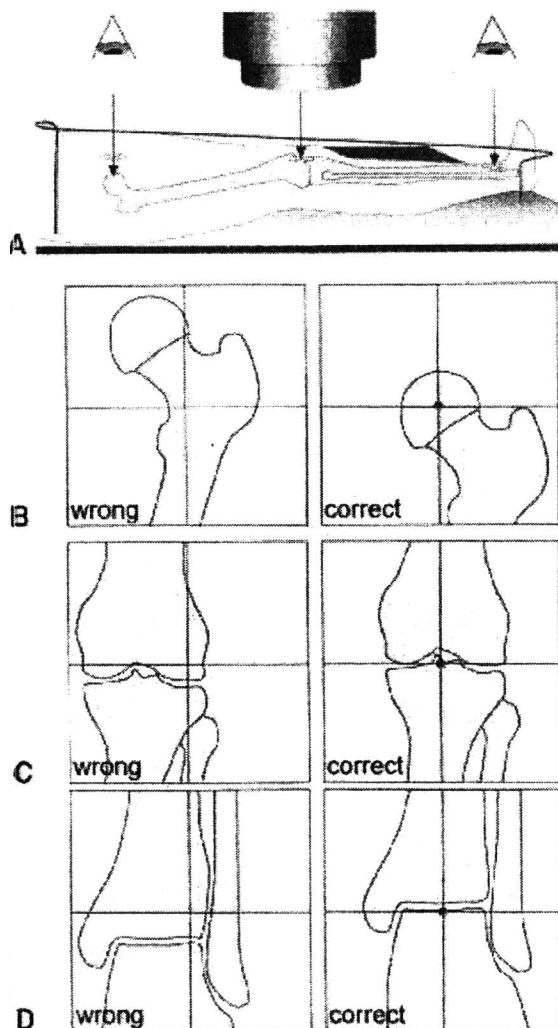
บทที่ 2

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันนี้การรักษากระดูกยางค์หักแบบปิด (closed fracture) มีแนวโน้มที่จะทำการผ่าตัดเพื่อเข้าไปจัดเรียงและทำการดามกระดูกด้วยโลหะ (reduction and fixation) โดยวิธี Minimal Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO) มากขึ้น ซึ่งข้อดีคือเป็นการลดการทำลายเนื้อเยื่ออ่อนรอบๆ บริเวณที่กระดูกหัก แต่เนื่องจากวิธีดังกล่าวไม่ได้ผ่าตัดเข้าไปให้เห็นจุดที่กระดูกหักโดยตรง ดังนั้นการเกิดการผิดรูป (malalignment) จากการทำ reduction and fixation จึงเกิดได้ ซึ่งมีรายงานมากถึง 0-37% ⁽⁴⁾

เครื่องเอ็กซเรย์ C-arm fluoroscopy ถือเป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งที่ช่วยในการจัดตรึงกระดูกเข้าที่ (reduction and fixation) ภาพเอ็กซเรย์ที่เห็นในขณะที่กำลังผ่าตัดสามารถบอกแนวกระดูก (alignment) ได้ในระดับหนึ่ง แต่เนื่องจากภาพที่ได้นั้นมีพิสัยแคบ คือประมาณ 12 – 15 เซนติเมตรต่อภาพ เท่านั้น หากต้องการมองเห็นความยาวของกระดูกทั้งท่อนจำเป็นต้องถ่ายภาพต่อเนื่องกัน 4 -6 ภาพ แต่เนื่องจากภาพที่ได้จากการต่อภาพหลายๆ ภาพอาจจะมีการบิดเบี้ยว(distortion) ของภาพได้เนื่องจากจุดโฟกัสของแต่ละภาพไม่ได้อยู่ในตำแหน่งเดียวกันอาจทำให้การประเมินแนวกระดูก (alignment) ได้ไม่ถูกต้องแม่นยำ

Krettek et al ⁽¹⁾ ได้แนะนำวิธีการวัด alignment ในขณะที่ทำการผ่าตัดรยางค์ล่าง (lower extremity) โดยวิธีที่เรียกว่า cable technique โดยการใช้สายจี้ไฟฟ้าวางไว้ตรงกลางของหัวกระดูก femur ทอดผ่านไปยังกลางข้อเข่า และผ่านไปยังจุดกึ่งกลางของ tibial plafond จะสามารถบอกแนวของรยางค์นั้นได้ว่ามี varus หรือ valgus หรือไม่ ซึ่งก็ถือว่ามิประโยชน์ แต่เนื่องจากวิธีการวัดอาจมีข้อจำกัดในกรณีที่ต้องขึ้น fracture table หรือการวางตำแหน่งของจุดเริ่มและจุดปลายไม่ตรงตำแหน่ง อาจทำให้ alignment ที่ได้นั้นผิดไปได้



ภาพที่ 1. Cable method for frontal plane deformity analysis.(1) (A) Drawing depicting the arrangement of the patient, image intensifier, skin mark and cautery cable for the analysis of frontal plane deformity. (B) Image intensifier image of the femoral head. (C) Image intensifier image of the spanned cautery cable projected onto the knee joint. (D) Image intensifier image of the tibial plafond and talus

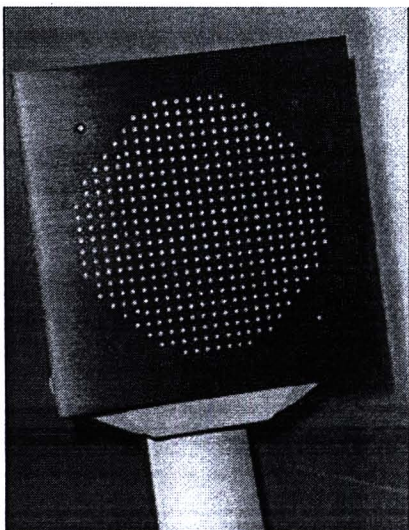
Hay et al ⁽⁹⁾ ได้รายงานผลการรักษากระดูก tibia หักโดยใช้ external fixation และได้ใช้ axial alignment grid ช่วยขณะทำการจัดกระดูกให้อยู่ในแนวปกติได้ผลเป็นที่น่าพอใจ และได้แนะนำให้ใช้วิธีดังกล่าวในการรักษา tibial fracture

Theerachai et al ⁽²⁾ ได้รายงานการใช้ tibia alignment grid ในการประเมิน varus – valgus malalignment ในขณะทำการผ่าตัดกระดูก tibia หัก ซึ่งก็ได้ผลดีเช่นกัน แต่ยังไม่ได้ทำการศึกษาในกระดูกต้นขา หรือกระดูกท่อนยาวอื่นๆ

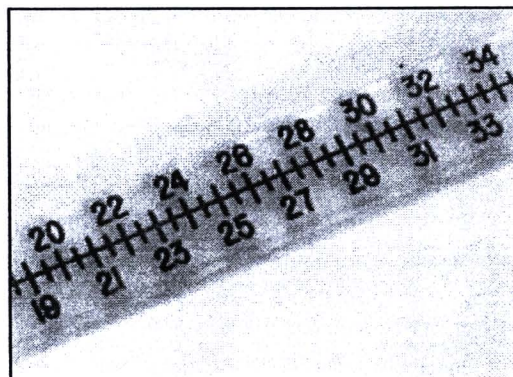
Slomczykowski et al ⁽³⁾ ได้พัฒนา software เพื่อนำมาใช้ร่วมกับเครื่อง C-arm fluoroscopy ในขณะทำการผ่าตัด distal locking of femoral nail สามารถทำให้มองเห็นภาพขณะผ่าตัดเป็นรูปสามมิติ และการวางตำแหน่งของ locking screw เป็นไปได้ด้วยความแม่นยำลดการเกิด

malalignment ได้ดีเป็นที่น่าพอใจสำหรับแพทย์ ออร์โธปิดิกส์ แต่เนื่องจากว่าต้องอาศัยเทคโนโลยีขั้นสูงและมีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมมากขึ้น อาจไม่เหมาะสมสำหรับโรงพยาบาลทั่วไปที่ยังไม่ต้องการใช้ศักยภาพของอุปกรณ์มากขนาดนั้น

Ziv Yaniv et al ⁽⁴⁾ ได้อธิบายวิธีสร้างภาพจากเครื่อง C-arm fluoroscopy โดยการใช้ sterile metallic ruler วางขนานกับความยาวของรยางค์ และต้องการการปรับ distortion โดยการใช้ Dewarp grid (ภาพที่ 2 A) ติดไว้กับตัวส่งรังสีเอกซ์เรย์ของเครื่อง C-arm และอาศัยการเหลื่อมซ้อนของภาพที่ถ่ายออกมาแต่ละภาพ (overlapping pictures) แล้วนำภาพที่ได้มาทำให้เกิดภาพ panoramic image (ภาพที่ 3) สามารถประเมิน axis ของ long bone แต่การใช้ fluoroscopy ตลอดความยาวของรยางค์อาจต้องเพิ่ม exposure ต่อ รังสีมากขึ้น อีกทั้งยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบว่าภาพที่ได้จากการทำ panorama จากเครื่อง C-arm นั้นเมื่อเปรียบเทียบกับ conventional x-ray แล้วมีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร สามารถนำมาใช้ขณะทำการผ่าตัดแทนการถ่ายภาพด้วย conventional x-ray ได้อย่างมั่นใจหรือไม่

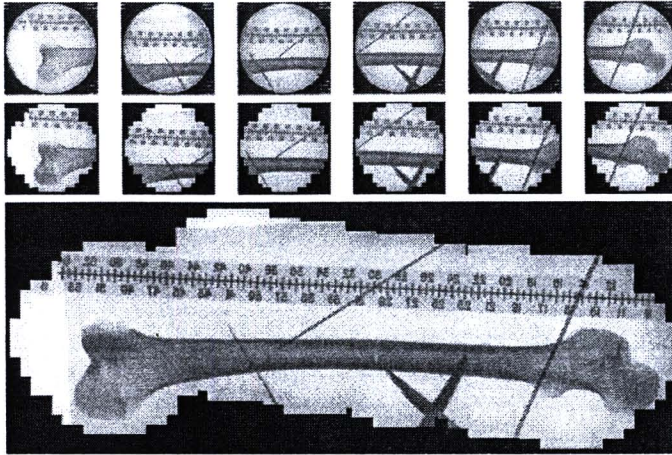


(A)



(B)

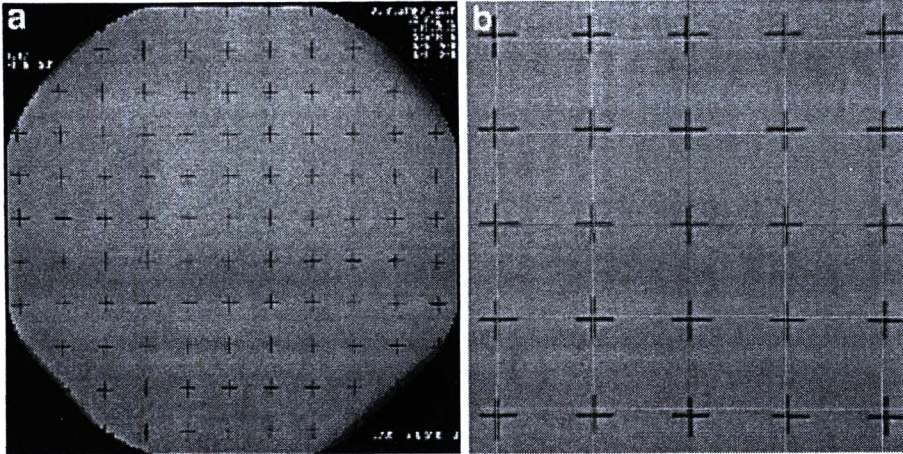
ภาพที่ 2. Equipment and its setup: (A) dewarp grid mounted on the C-arm image intensifier; (B) orthopedic X-ray ruler.



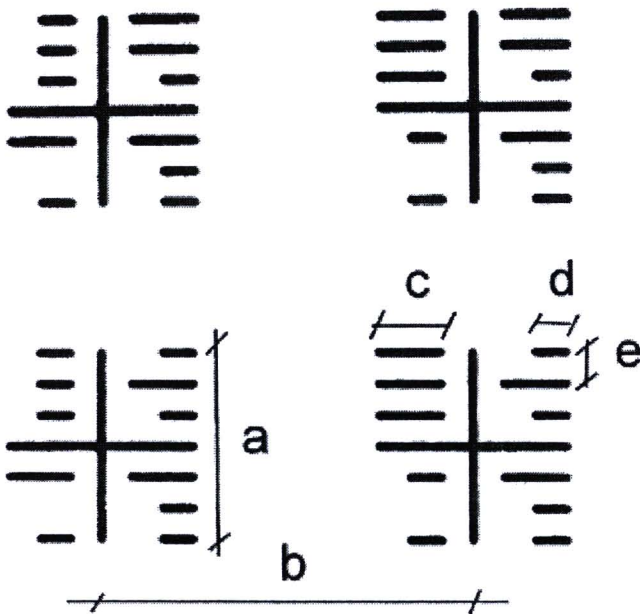
ภาพที่ 3. Panorama of a dry femur.

The top row shows the original images, the middle row shows the images after distortion correction, and bottom row shows the resulting panorama. Scissors and k-wires were placed below and above the femur.

Peter Messmer et al ⁽⁵⁾ ก็ได้พัฒนาอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับเครื่อง C-arm ในการประเมิน axis ของ long bone fracture treatment เพื่อให้ได้ภาพที่ออกมาเป็น panoramic image โดยอาศัยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Pincushion (ภาพที่ 4) ในการ calibrate ก่อนถ่ายภาพ และใช้ absolute reference panel (ภาพที่ 5) ที่มี orthogonal raster of marker วางไว้ใต้กระดูกที่หักแล้วถ่ายภาพด้วยเครื่อง C-arm ซึ่งต้องอาศัย software ในการจดจำภาพที่ถ่ายออกมาแล้วปรับให้เป็นภาพ panorama และนำมาเปรียบเทียบกับภาพจาก CT scan (ภาพที่ 6, 7) ซึ่งภาพถ่ายที่ได้นั้นสามารถประเมิน axis ของ long bone fracture ได้เป็นอย่างดี แต่เนื่องจากว่าวิธีนี้อาศัยเทคโนโลยีขั้นสูงเช่นกันอาจไม่เหมาะกับการใช้ในโรงพยาบาลทั่วไปได้เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มมากขึ้น

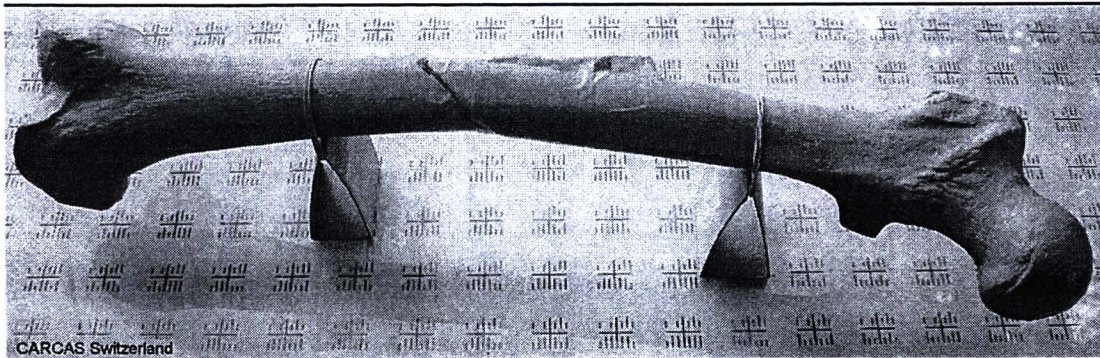


ภาพที่ 4. Fluoroscopy images require non-linear distortion correction. a) Non-linear distortion causes equidistant nodes to appear more distant towards the periphery. b) After distortion correction, the crosshairs of the pincushion are orthogonal again

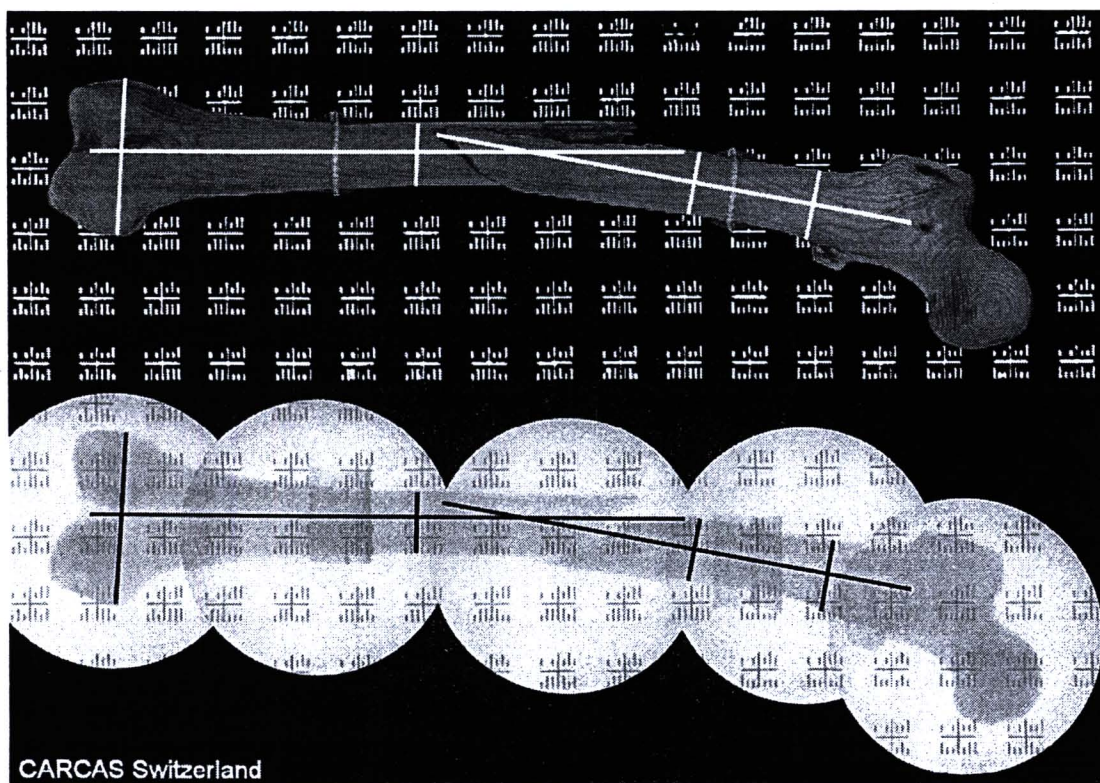


CARCAS Switzerland

ภาพที่ 5. Reference panel with binary coded absolute references. Each crosshair is $a = 15$ mm wide, $b = 30$ mm apart and has digital markings that are $c = 5$ mm or $d = 3$ mm long and $e = 3$ mm apart. The top left quadrant codes the column, the top right the row and the bottom right is a panel constant. The bottom left quadrant with the “missing” bit is used to determine the orientation.



ภาพที่ 6. Test rig setup: a Synbone plastic femur is mounted on the reference panel for CT scanning and fluoroscopy imaging.



ภาพที่ 7. Comparison of Scout picture of the plastic bone obtained from CT scan and panorama mosaic concatenated from individual fluoroscopy images.

นอกจากนี้ยังมีอีกหลายการศึกษาที่ต่างก็แสดงให้เห็นถึงการใช้เทคโนโลยีขั้นสูง มีการใช้ software เข้ามาช่วยในการประเมินเรื่องของการจัด alignment ขณะทำการรักษากระดูกชิ้นยาว

หัก^(6, 7, 8) ดังนั้นถ้าหากเราสามารถผลิตอุปกรณ์บางชนิดเพื่อมาใช้ร่วมกับการถ่ายภาพรังสีด้วยเครื่อง C-arm ซึ่งมีอยู่โดยทั่วไปในโรงพยาบาลที่ทำการผ่าตัดกระดูกได้เพื่อมาประเมินแนวกระดูก ของ long bone fracture treatment ที่ได้ผลไม่แตกต่างไปจากการถ่ายภาพด้วย conventional x-ray ก็จะเป็นการลดค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้น หากว่าต้องมีการผ่าตัดแก้ไขซ้ำในผู้ป่วยที่ภายหลังการรักษา แล้วเกิดมีการผิดรูป

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมายังไม่เคยมีการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการใช้อ alignment grid ร่วมกับการถ่ายภาพเอ็กซเรย์จากเครื่อง C-arm fluoroscopy ในการประเมินแนว กระดูก ภายหลังจากการรักษากระดูกชิ้นยาวหักโดยการผ่าตัดจัดเรียงกระดูกและทำการยึดตามด้วย โลหะมาก่อน ว่ามีความแม่นยำแตกต่างจากการถ่ายภาพด้วย Conventional x-ray หรือไม่ อย่างไร ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงต้องการทราบว่า การถ่ายภาพจากทั้งสองวิธีนั้นให้ผลแตกต่างกันมากน้อยแค่ไหน สามารถนำมาใช้ทดแทนกันได้หรือไม่ ถ้าหากว่าไม่มีความแตกต่างกัน เราก็สามารถนำวิธีแรกมาใช้ ในขณะที่ทำการผ่าตัดจริง ลดโอกาสของเรื่องการผิดรูป ลดการผ่าตัดแก้ไขซ้ำ ลดค่าใช้จ่ายทั้งจากการ รักษาและinvestigation ที่ต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูงและยังเป็นการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่เดิมให้มี ศักยภาพมากขึ้น โดยไม่ต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูงมาเพิ่มเติม ทำให้แพทย์ผู้ทำการผ่าตัดเกิดความ มั่นใจในการรักษา