บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

ศูนย์เริ่มสร้างกระดูกทุติยภูมิ (epiphysis) ของ distal radius, distal ulna และ distal tibia พบได้ในช้างแรกเกิด จะไม่พบ distal fibula ในช้างแรกเกิดแต่ปรากฏให้เห็นในภายหลัง ศูนย์เริ่มสร้างกระดูกทุติยภูมิของ distal radius, distal ulna, distal tibia และ distal fibula มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างตั้งแต่แรกเกิดไปจนถึงอายุ 13 ปี หลังจากนั้นรูปร่างเริ่มคงที่ไปจนถึงมีการเชื่อมปิดของแนว physis อย่างสมบูรณ์ ขนาดของ epiphysis, metaphysis และ physis เจริญเร็วในช่วงอายุ 10 ปีแรก หลังจากนั้นจึงเริ่มมีการเชื่อมปิดของ physis โดย distal radius เริ่มเชื่อมปิดจากด้านนอกที่ชิดกับ distal ulna เข้าด้านใน ส่วน distal ulna และ distal fibula เริ่มจากด้านในออกสู่ด้านนอก และ distal tibia เริ่มเชื่อมจากบริเวณตรงกลางออกสู่ด้านนอกโดยรอบ จากการศึกษาสามารถแบ่งระดับการเจริญเต็มขั้นได้เป็น 7 ระดับ ตามการพัฒนาของศูนย์เริ่มสร้างกระดูกทุติยภูมิ โดยพบว่าตั้งแต่อายุแรกเกิดจนถึง 30 ปี distal radius และ distal ulna มี 5 เกรด ตั้งแต่ เกรด 2 ถึง 6 ส่วน distal tibia มี 6 เกรด ตั้งแต่เกรด 1 ถึง 6 และ distal fibula มี 7 เกรด ตั้งแต่เกรด 0 ถึง 6 และพบว่าระยะเวลาในการเชื่อมปิดของแนว physis ของกระดูกทั้งหมดที่ศึกษาเชื่อมปิดอย่างสมบูรณ์ที่อายุ 26 – 30 ปี นอกจากนี้ขนาดของ epiphysis, metaphysis และ physis ที่วัดโดยตรงจากภาพรังสีของกระดูกปลายขายังนำไปใช้ประโยชน์ในการทำนายอายุช้างได้โดยมีความสัมพันธ์กันสูงตามรูปแบบการวิเคราะห์สมการความถดถอย ($P<0.001$)

อภิปรายผลการวิจัย

การเจริญเต็มขั้นของกระดูก เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับทุกส่วนของโครงกระดูกอย่างต่อเนื่องตั้งแต่แรกเกิดจนถึงโตเต็มวัยได้เป็นกระดูกที่สมบูรณ์ วิธีการศึกษาการเจริญเต็มขั้นของกระดูกนั้นทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับระยะของการพัฒนากระดูกที่ต้องการศึกษา หากเป็นการศึกษาในระยะท้ายของการพัฒนา ซึ่งเริ่มจากช่วงใกล้คลอดหรือหลังคลอด คือเป็นช่วงที่มีการปรากฏของศูนย์เริ่มสร้างกระดูกทุติยภูมิแล้วพัฒนาต่อจนมีการเชื่อมปิดของ physis ก็สามารถศึกษาได้ตั้งแต่แรกเกิดจนถึงโตเต็มวัย ซึ่งในสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังแต่ละชนิดจะมีระดับการเจริญเต็มขั้นที่แตกต่างกัน

ในมนุษย์นั้นได้มีการศึกษาการเจริญเต็มขั้นของกระดูกกันมากด้วยวิธีต่างๆกัน ทำให้ทราบเวลาของการเจริญของกระดูกโดยละเอียด (Graham, 1972) ส่วนวิธีที่ใช้ศึกษาการเจริญเต็มขั้นของกระดูกในสัตว์ก็มีหลายวิธีเช่นกัน เช่น ศึกษาจากภาพรังสี (Sumner-Smith, 1966 ; Mason and Bourke ,1973 ; MacCallum et al. ,1978 ; Silverman et al. 1983 ; Voorhout et al. ,1994 ; Calzada and Aguilar, 1996 ; Oishi et al., 1996 ; Vulcano et al., 1997 ; Naldo et al., 1998 ; Soana et al. ,1998 ; Uhlhorn et al., 2000), ศึกษาจากกระดูกจริง (Goyal et al., 1981), ศึกษาจากภาพอัลตร้าซาวนด์ (Ruohoniemi, 1993) และศึกษาจากวิธีทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ (Uhlhorn et al., 2000) โดยมีรายงานการศึกษาตั้งแต่สัตว์อยู่ในระยะ fetus, ก่อนคลอดและหลังคลอดจนถึงโตเต็มวัย ส่วนวิธีที่นิยมศึกษากันคือ ศึกษาการเจริญของศูนย์เริ่มสร้างกระดูกจากภาพรังสี เพราะมีขั้นตอนการปฏิบัติที่ค่อนข้างง่ายและรวดเร็ว ไม่ทำให้สัตว์เจ็บปวด ไม่ต้องทำลายสัตว์เพื่อการศึกษาและยังประหยัดค่าใช้จ่ายอีกด้วย โดยสามารถเลือกที่จะศึกษาแบบต่อเนื่อง (longitudinal study) หรือศึกษาในอายุที่ต่างกัน (latitudinal study) ซึ่งมีรายงานการศึกษาในสัตว์หลายชนิดเช่น สุนัข (Chapman, 1965 ; Sumner-Smith, 1966 ; Voorhout et al. ,1994), ม้า (Mason and Bourke ,1973 ; MacCallum et al. ,1978; Vulcano et al., 1997 Soana et al. ,1998 ; Uhlhorn et al., 2000), ลิง (Silverman et al. 1983) , วัว (Oishi et al., 1996), นก bustard (Naldo et al., 1998) และโลมา (Calzada and Aguilar, 1996) เป็นต้น สำหรับในช้างเอเชียนั้นมีการศึกษากันน้อยมาก (Mariappa, 1986) พบเพียงรายงานการศึกษาศูนย์เริ่มสร้างกระดูกจากภาพรังสีในระยะ fetus เท่านั้น (Ayer and Mariappa, 1952) ทั้งๆ ที่ช้างเอเชียในปัจจุบันมีจำนวนลดน้อยลงและมักป่วยเป็นโรคข้อและกระดูก ดังนั้นการศึกษาการเจริญเต็มขั้นของกระดูกช้างปกติน่าจะเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการวินิจฉัยโรคข้อและกระดูกและการประมาณอายุช้าง

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาการเจริญของกระดูกปลายขาช้าง โดยใช้เครื่องเอกซเรย์แบบหิ้วถ่ายภาพรังสี distal radius, distal ulna, distal tibia และ distal fibula ในช้างที่มีอายุต่างๆ กัน ซึ่งมีรูปแบบในการศึกษาคล้ายกับการศึกษาในโลมา (Calzada and Aguilar, 1996) และม้า (Rouhoniemi et al.,1993 ; Soana et al. ,1998) แล้วนำภาพรังสีที่ได้มาวิเคราะห์การเจริญของกระดูกนับจากการปรากฏของศูนย์เริ่มสร้างกระดูกทุติยภูมิ แล้วพัฒนาขยายขนาดของ epiphysis, metaphysis และ physis จนกระทั่งมีการเชื่อมปิดของ physis เพื่อแบ่งระดับการเจริญเต็มขั้นของกระดูกออกเป็นเกรดตามอายุช้างจากแรกเกิดจนโตเต็มวัย

ศูนย์เริ่มสร้างกระดูกทุติยภูมิของ distal radius, distal ulna, distal tibia และ distal fibula ของช้างเอเชียที่ศึกษามีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและขนาดอย่างชัดเจนตั้งแต่อายุแรกเกิดจนถึง 13 ปี หลังจากนั้นรูปร่างเริ่มคงที่ โดยที่ศูนย์เริ่มสร้างกระดูกทุติยภูมิของ distal radius และ distal ulna มีการ

เปลี่ยนแปลงรูปร่างชัดเจนที่อายุ 2 ปี 4 เดือน โดยเปลี่ยนจากรูปร่างกลมรีเป็นสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่าที่มีความกว้างมากกว่าความสูง ซึ่งรูปร่างของกระดูกทั้งสองนี้มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ศูนย์เริ่มสร้างกระดูกทุติยภูมิของ distal tibia มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างที่เร็วกว่ากระดูกอื่น คือเปลี่ยนจากรูปแบนรีเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่อายุ 1 ปี 4 เดือน โดยมีความกว้างมากกว่าความสูงเช่นกัน ส่วนศูนย์เริ่มสร้างกระดูกทุติยภูมิของ distal fibula มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างช้ากว่ากระดูกอื่น คือเปลี่ยนจากรูปค่อนข้างกลมเป็นรูปสามเหลี่ยมหัวกลับที่มีความสูงมากกว่าความกว้าง เมื่อลูกช้างอายุ 4 ปี 8 เดือน

รูปร่างของศูนย์เริ่มสร้างกระดูกทุติยภูมิของ distal radius ในช้างที่พบว่าความกว้างมากกว่าความสูงนั้น มีลักษณะเหมือนกับศูนย์เริ่มสร้างกระดูกทุติยภูมิของ distal radius ของ สุนัข (Coulson and Lewis, 2002), ม้า (Myers and Emmerson, 1966), มนุษย์ (Greulich and Pyle, 1959) และลิง (Silverman et al. 1983) ศูนย์เริ่มสร้างกระดูกทุติยภูมิของ distal ulna ในช้างมีความกว้างมากกว่าความสูงเช่นเดียวกับศูนย์ของ distal ulna ในมนุษย์ (Greulich and Pyle, 1959 ; Hansman, 1962 ; Girdany and Golden, 1952), และลิง (Silverman et al. 1983) แต่แตกต่างจากศูนย์ของ distal ulna ในสุนัข (Coulson and Lewis, 2002)และวัว (Oishi et al., 1996) ที่พบว่ามีความสูงมากกว่าความกว้าง ส่วนศูนย์เริ่มสร้างกระดูกทุติยภูมิของ distal tibia และ distal fibula นั้นพบว่ามีลักษณะคล้ายคลึงกับของสุนัข (Coulson and Lewis, 2002) คือมีความกว้างมากกว่าความสูง

จากการวิเคราะห์ขนาดของ epiphysis และ metaphysis ของกระดูกปลายขาช้างที่ศึกษาพบว่าความกว้างของ epiphysis น้อยกว่าความกว้างของ metaphysis ในช่วงแรกเกิด จากนั้นจึงเจริญขยายขนาดความกว้างอย่างรวดเร็ว คล้ายคลึงกับการเจริญของ radioulna ในโลมา (Calzada and Aguilar, 1996) และ distal radius และ distal ulna ในมนุษย์ (Greulich and Pyle, 1959) แต่แตกต่างจาก distal radius และ distal ulna ของวัว (Oishi et al., 1996) และ distal radius ของม้า (Myers and Emmerson, 1966) ซึ่งพบว่าความกว้างของ epiphysis เกือบเท่าความกว้างของ metaphysis ตั้งแต่อายุแรกเกิด

แนว physis ของกระดูกปลายขาช้างเริ่มเชื่อมปิดในเวลาพร้อมกันคือที่อายุ 13 ปี และเชื่อมปิดอย่างสมบูรณ์ในเวลาใกล้เคียงกันคือในช่วงอายุ 26 – 30 ปี โดย physis ของ distal radius และ distal ulna นั้นเริ่มเชื่อมปิดตรงบริเวณที่กระดูกอยู่ชิดกันซึ่งเป็นแนวแกนกลางของขาหน้าในการรองรับน้ำหนักตัว ในขณะที่ม้า (Myers and Emmerson, 1966), มนุษย์ (Greulich and Pyle, 1959), วัว (Oishi et al., 1996) และสุนัข (Coulson and Lewis, 2002) เริ่มมีการเชื่อมปิดจากตรงกลาง physis ของ distal radius ทั้งนี้อาจเนื่องจาก ulna มีขนาดเล็กกว่า radius มาก แกนกลางของ radius จึงทำหน้าที่รองรับน้ำหนักส่วนใหญ่ ดังนั้นตรงกลาง physis ของ radius ซึ่งเป็นตำแหน่งที่รับน้ำหนักโดยตรงจึงเชื่อมปิดก่อนบริเวณอื่น ส่วน ulna ในช้างมีขนาดใกล้เคียงกับ radius แนวที่กระดูกทั้ง

สองชิดกันซึ่งเป็นแนวที่รองรับน้ำหนักตัวจึงเริ่มเชื่อมปิดก่อน สำหรับ physis ของ distal tibia ในช้าง เริ่มเชื่อมปิดตรงกลางเช่นเดียวกับที่พบในม้า (Butler et al., 2000) และสุนัข (Coulson and Lewis, 2002) เนื่องจาก tibia มีขนาดใหญ่กว่า fibula มาก น้ำหนักส่วนใหญ่จึงตกลงในแนวแกนของ tibia

จากผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอายุช้างกับความกว้างของ epiphysis, metaphysis และระยะห่างระหว่าง epiphysis กับ metaphysis มีความแม่นยำในการทำนายอายุช้างด้วยค่าพารามิเตอร์เหล่านี้ในระดับค่อนข้างสูงถึงสูงมาก (65.5 – 95.3%) โดยความกว้างของ epiphysis ของ distal radius, distal ulna และ distal tibia ให้ความแม่นยำสูงกว่าพารามิเตอร์อื่น และของ distal tibia ให้ความแม่นยำสูงที่สุด (95.0 – 95.3%) แต่ในทางปฏิบัติ การถ่ายภาพรังสีขาหน้าช้างจะทำได้สะดวกกว่าขาหลัง เพราะควาญช้างสามารถบังคับให้ขาหน้ายืนนิ่งได้นานกว่า อีกทั้งความแม่นยำในการทำนายก็ไม่ต่างกันนัก โดยเฉพาะการทำนายโดยการวัดความกว้างของ epiphysis ของ distal ulna (92%) ดังนั้น การถ่ายภาพรังสีขาหน้าในท่า craniocaudal เพื่อทำนายอายุช้างจึงน่าจะเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด

ระดับการเจริญเต็มขั้นของกระดูกปลายขาในช้างเอเชียนั้น แบ่งได้เป็น 7 เกรด ตามการพัฒนาของศูนย์เริ่มสร้างกระดูกทุติยภูมิ โดยเกรด 0 ถึง 3 แบ่งตามการปรากฏของศูนย์เริ่มสร้างกระดูกทุติยภูมิและขนาดของ epiphysis, metaphysis และ physis ในรูปแบบที่คล้ายคลึงกับการแบ่งระดับการเจริญเต็มขั้นในโลมา (Calzada and Aguilar, 1996) ส่วนเกรด 4 ถึง 6 แบ่งตามลักษณะการเชื่อมปิดของแนว physis ในรูปแบบที่ต่างจากการแบ่งระดับการเจริญเต็มขั้นในโลมา (Calzada and Aguilar, 1996) และวัว (Oishi et al., 1996) ในเกรดสุดท้ายของการเจริญเต็มขั้นที่ตัดสินจากการหายไปของเส้นทึบรังสีของ physeal scarในโลมาและวัว แต่ในการศึกษาครั้งนี้พิจารณาการเจริญเต็มขั้นของกระดูกเมื่อแนว physis เชื่อมปิดอย่างสมบูรณ์ โดยไม่คำนึงถึงการคงอยู่หรือหายไปของเส้นทึบรังสีของ physeal scar ทั้งนี้เนื่องจากภาพรังสีของ distal tibia ในช้างที่อายุประมาณ 60 ปี ซึ่งเป็นช้างโตเต็มวัยแล้ว ยังคงปรากฏเส้นทึบรังสีของ physeal scar (จากการศึกษาเบื้องต้นก่อนการทำวิจัย)

การเจริญเต็มขั้นของ distal radius และ distal ulna ของช้างเอเชียที่ศึกษามีลำดับการเจริญในช่วงระยะเวลาที่ค่อนข้างพร้อมกัน นับตั้งแต่เกรด 2 ถึง 6 ซึ่งคล้ายกับการเจริญเต็มขั้นของ radioulna ในโลมา (Calzada and Aguilar, 1996) ส่วน distal tibia และ distal fibula แม้ว่าเมื่อแรกเกิดจะมีเกรดที่ต่างกัน แต่หลังจากที่พัฒนาเป็นเกรด 3 แล้ว พบว่ามีการเจริญไปพร้อมๆ กับกระดูกอื่นๆ จนถึงเกรด 6

ช่วงเวลาที่แนว physis เริ่มเชื่อมกันจนถึงเชื่อมปิดอย่างสมบูรณ์ ในช้างเอเชียที่อยู่ในช่วงอายุ 13 – 30 ปี กินเวลานานกว่าช่วงที่ศูนย์เริ่มสร้างกระดูกทุติยภูมิกำลังเจริญขยายขนาดที่อยู่ในช่วงอายุ 0 – 12 ปี ซึ่งสอดคล้องกับการเจริญเต็มขั้นของกระดูกในโลมา (Calzada and Aguilar, 1996) และวัว (Oishi et al., 1996) แต่ตรงกันข้ามกับการเจริญเต็มขั้นในมนุษย์ (Greulich and Pyle, 1959), ลิง (Silverman et al. 1983) และม้า (Myers and Emmerson,1966 ; Vulcano et al., 1997)

เมื่อเทียบการเจริญเต็มขั้นอย่างสมบูรณ์ของกระดูกปลายขากับอายุขัยของช้างเอเชียซึ่งมีอายุประมาณ 80 ปี พบว่ามีระยะเวลาค่อนข้างนาน คือใช้เวลามากถึง 26 – 30 ปี ซึ่งเป็นระยะเวลาถึง 1 ใน 3 ของอายุขัย แตกต่างจากสัตว์อื่นที่ใช้เวลาค่อนข้างสั้นเมื่อเทียบกับอายุขัย กล่าวคือ ในมนุษย์ (Greulich and Pyle, 1959), วัว (Oishi et al., 1996), ม้า (Getty, 1975 ; Vulcano et al., 1997) และสุนัข (Getty, 1975) มีการเจริญเต็มขั้นของกระดูกอย่างสมบูรณ์ภายในระยะเวลา 1 ใน 5, 1 ใน 6, 1 ใน 15 และ 1 ใน 12 ของอายุขัย ตามลำดับ

ปัญหาและข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าจำนวนตัวอย่างในแต่ละอายุค่อนข้างน้อย และช่วงห่างของแต่ละอายุก็ไม่สม่ำเสมอ ทั้งนี้เนื่องมาจากการคัดเลือกประชากรช้างที่จะนำมาศึกษานั้นมีหลายปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น จำนวนประชากรของช้างในประเทศไทย, ประวัติของช้าง, เทคนิคการถ่ายภาพรังสีช้าง และรูปแบบในการศึกษาวิจัย

โดยที่ช้างเอเชียในประเทศไทยนั้นมีจำนวนค่อนข้างน้อยและใกล้สูญพันธุ์ จึงค่อนข้างจะหาอายุที่ต้องการศึกษาได้ยาก และช้างที่เลี้ยงส่วนใหญ่มักมีประวัติไม่แน่นอนเพราะมีการซื้อขายและเปลี่ยนเจ้าของบ่อยครั้ง ในการศึกษาครั้งนี้จึงเลือกตัวอย่างช้างเฉพาะจากแหล่งที่มีการบันทึกประวัติช้างที่แน่นอน จึงเป็นการยากที่จะหาช้างที่มีอายุตามที่ต้องการในจำนวนมากพอได้

สำหรับเทคนิคการถ่ายภาพรังสีนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ใช้เครื่องเอกซเรย์แบบหิ้ว เพื่อสะดวกในการขนย้ายไปถ่ายภาพรังสีนอกสถานที่ แต่เครื่องเอกซเรย์ชนิดนี้มีกำลังน้อย เมื่อใช้ถ่ายภาพขาช้างที่มีอายุ 25 ปีขึ้นไปซึ่งมีความหนาของขาช้างไม่ต่ำกว่า 30 เซนติเมตร ภาพจึงมีคุณภาพต่ำและยากต่อการแปลผล ตัวอย่างช้างที่มีอายุ 25 - 30 ปีที่ศึกษาจึงมีจำนวนไม่มากพอ โดยเฉพาะการขาดตัวอย่างช้างที่มีอายุ 27 – 30 ปีซึ่งเป็นช่วงอายุที่ physis กำลังเชื่อมปิดอย่างสมบูรณ์ โดยที่ช้างบางตัวอย่างที่อายุ 26 ปี มี physis เชื่อมปิดสมบูรณ์แล้ว แต่บางตัวอย่างที่อายุ 28 ปี ยังเชื่อมปิดไม่สมบูรณ์

แต่ช้างที่อายุ 30 ปีซึ่งมีเพียงหนึ่งตัวอย่างมีการเชื่อมปิดโดยสมบูรณ์ของ physis ของทุกกระดูก ในการศึกษาครั้งนี้จึงไม่สามารถระบุอายุที่แน่นอนที่ physis เริ่มปิดอย่างสมบูรณ์ได้

ส่วนการจัดท่าของช้างในการถ่ายภาพรังสีก็เป็นปัญหาเช่นกัน เนื่องจากเป็นการยากที่จะควบคุมให้ช้างหยุดนิ่งขณะถ่ายภาพรังสีได้ เพราะช้างไม่คุ้นเคยกับเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการถ่ายภาพรังสี จึงหวาดระแวงและขยับตัวเคลื่อนขาไปมาตลอด ดังนั้น ถ้าเป็นไปได้ควรฉีดยาให้ช้างซึมก่อนทำการถ่ายภาพรังสีด้วยยาในกลุ่ม sedative เช่น Xylazine HCl ซึ่งนิยมใช้ในช้าง (Fowler, 1986) เพื่อให้หยุดการเคลื่อนไหวช่วยให้ภาพรังสีที่ได้ไม่เบลอ อย่างไรก็ตามในการปฏิบัติงานครั้งนี้ไม่สามารถใช้ยาซึมได้ เนื่องจากช้างส่วนใหญ่ที่ศึกษาเป็นของเอกชนตามหมู่บ้านช้างและแคมป์ช้างต่างๆซึ่งเกรงว่ายาซึมจะก่อให้เกิดอันตรายกับช้าง จึงไม่อนุญาตให้ใช้ยากับช้างที่ศึกษา ถึงแม้ว่ายาซึมชนิดนี้มียาแก้ฤทธิ์ คือ Yohimbine HCl ก็ตาม นอกจากนี้ยังมีปัญหาอื่นๆ ในการถ่ายภาพรังสี เช่น ลูกช้างที่ยังไม่หย่านมแม่ก็ไม่สามารถถ่ายภาพรังสีได้ เพราะลูกช้างในวัยนี้จะอยู่ติดกับแม่ช้างตลอดเวลา อีกทั้งความซุกซนทำให้ไม่สามารถเข้าถึงตัวลูกช้างเพื่อถ่ายภาพรังสีได้

รูปแบบการเก็บตัวอย่างสัตว์ทดลองที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาที่อายุต่างๆ กันในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งคล้ายกับการศึกษาในโลมา แม้ว่าผลการศึกษาด้วยรูปแบบนี้จะไม่แตกต่างจากการศึกษาแบบต่อเนื่องในสัตว์ตัวเดียวกัน แต่การศึกษาที่อายุต่างๆ กันนั้นจำเป็นต้องมีตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของประชากรในจำนวนที่มากพอ จึงจะให้ผลที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด ในการศึกษาการเจริญเต็มขั้นของกระดูกในสัตว์ส่วนใหญ่ ไม่ว่าจะเป็น วัว ลิง ม้า หรือสุนัข จึงมักเลือกที่จะศึกษาแบบต่อเนื่อง โดยถ่ายภาพรังสีตั้งแต่อายุที่เริ่มศึกษาจนถึงอายุที่มีการเชื่อมปิดของแนว physis อย่างสมบูรณ์ ซึ่งเป็นรูปแบบที่ไม่สะดวกในทางปฏิบัติกับการศึกษาช้างในประเทศไทยที่ลักษณะการเลี้ยงช้างนั้นมีการซื้อขายไปมาระหว่างหมู่บ้านช้างตลอดเวลา จึงยากต่อการติดตามช้างได้อย่างต่อเนื่อง และที่สำคัญคือ การเก็บข้อมูลการเจริญเต็มขั้นของกระดูกช้างได้ครบถ้วนจะกินเวลายาวนานถึง 30 ปี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย