บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันมีจำนวนงานที่มุ่งเน้นมาตรฐาน ผู้เชี่ยวชาญ และองค์กรทางด้านนิติวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และงานด้านพิสูจน์บุคคลก็เป็นแขนงงานหนึ่งของนิติวิทยาศาสตร์ ซึ่งการพิสูจน์บุคคลสามารถกระทำได้หลายวิธี ได้แก่ การพิสูจน์บุคคลด้วยเอกสาร ลายนิ้วมือ สารพันธุกรรม เทคนิคการจำลองใบหน้าเดิมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (facial reconstruction) ฟัน และกระดูก โดยโครงกระดูกสามารถใช้ในการระบุเพศ ประมาณความสูงและอายุได้ โดยเฉพาะ ในกรณีที่สภาพศพผ่านกระบวนการเน่าสลาย และไม่มีหลักฐานทางด้านเอกสารอื่นเพื่อใช้ยืนยันตัวบุคคล ซึ่งการพิสูจน์บุคคลด้วยโครงกระดูกถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในหมู่นักมานุษยวิทยาแขนงงานโบราณคดี และได้นำมาใช้มากขึ้นในงานนิติวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตามชิ้นกระดูกที่ได้รับมาจากคดีต่างๆ มักมาในรูปแบบไม่สมบูรณ์ ดังนั้นจึงต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ที่มีประสบการณ์ทางการทำงานสูงในการพิสูจน์บุคคล โดยขั้นตอนแรกของการพิสูจน์บุคคลคือการระบุเพศ จากนั้นจึงทำการประมาณอายุ และความสูง ต่อไป

การระบุเพศด้วยโครงกระดูก หมายถึง การใช้ชิ้นกระดูกชิ้นใดชิ้นหนึ่ง หรือใช้หลายชิ้นร่วมกัน มาวิเคราะห์พิจารณาความแตกต่างระหว่างเพศ ซึ่งการประมาณเพศแบ่งเป็น 2 กระบวนการ คือ 1. กระบวนการอย่างง่าย (simple field method) หมายถึง การประมาณเพศด้วยการสังเกตลักษณะโครงสร้างพิเศษของกระดูก (morphology) 2. กระบวนการทดสอบทางห้องปฏิบัติการ (laboratory method) ได้แก่ การวัดขนาด การตรว จสารพันธุกรรมด้วยยีนส์ amelogenin และโครโมโซมเพศชาย หรือ Y-chromosome maker (Rosing และคณะ, 2007) แต่โดยทั่วไปสำหรับผู้เชี่ยวชาญมักใช้การสังเกตลักษณะโครงสร้างของกระดูก เนื่องจากทำได้รวดเร็วและไม่ต้องใช้อุปกรณ์ใดๆ ซึ่งชิ้นกระดูกที่นิยมใช้ ระบุเพศด้วยการสังเกตมากที่สุดคือ กระดูกเชิงกราน (pelvis) และกะโหลก (cranial) โดยกระดูกทั้งสองชิ้นจะมีลักษณะพิเศษต่างกันระหว่างเพศชายและเพศหญิงอย่างชัดเจน อาทิเช่น กระดูกเชิงกรานในเพศหญิงจะมีมุมของ greater sciatic notch กว้างกว่าเพศชาย ส่วนกะโหลกในเพศชายจะมีแนวสันคิ้ว และบริเวณท้ายทอยนูนกว่าเพศหญิง เป็นต้น แต่เนื่องจากวิธีการสังเกตเป็น ลักษณะทางกายภาพมีข้อจำกัด และความคลาดเคลื่อน เนื่องจากจำเป็นต้องใช้ผู้มีประสบการณ์สูง จึงทำให้เกิดการสร้างวิธีใหม่ขึ้นมาแทนนั่นคือ “การวัด” ขนาดของกระดูก และอุปกรณ์ที่ใช้ทำการวัดเรียกว่า “vernier caliper” โดยผู้ศึกษาจะเลือกวัดขนาดตาม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตัวแปรที่สนใจและเชื่อว่าจะมีอิทธิพลต่อการแยกกลุ่มเพศ จากนั้นนำค่าที่วัดได้ในแต่ละตัวแปรมาวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม เพื่อ สร้างความสัมพันธ์เป็นสมการทางคณิตศาสตร์สำหรับคำนวณ และพิจารณาค่าแบ่งกลุ่ม (sectioning point) เพื่อใช้ตัดสินใจในการจำแนกกลุ่มเพศ นอกจากนี้การวัดขนาดกระดูกยังสามารถใช้ประมาณความสูงได้อีกด้วย ถึงแม้ว่าการสังเกตลักษณะโครงสร้างภายนอกจะมีความน่าเชื่อถือที่สูงและทำได้ง่ายกว่า แต่ก็มีข้อด้อยคือมีเพียงบางตำแหน่งเท่านั้นที่สามารถตรวจได้ ในขณะที่การวัดสามารถกระทำได้หลายตำแหน่งในกระดูกหนึ่งชิ้น กล่าวคือหากกระดูกบางชิ้นมาในรูปแบบไม่สมบูรณ์ก็ยังสามารถวัดได้ ทั้งการศึกษาลักษณะโครงสร้างและการวัดขนาดของกระดูกได้ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางโดยนักมานุษยวิทยา ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีประโยชน์อย่างมากในการพิสูจน์บุคคล และจะมีความถูกต้องในการทำนายมากยิ่งขึ้น เมื่อนำวิธีทั้งสองมาพิจารณาร่วมกัน

ดังกล่าวไปแล้วข้างต้นว่า กระดูกเชิงกรานและกะโหลกมีความเหมาะสมที่สุดในการระบุเพศด้วยการสังเกต แต่ก็ยังมีชิ้นกระดูก ส่วนอื่นๆของร่างกายที่ถูกนำมาศึกษาในการระบุเพศด้วยเช่นกัน ในต่างประเทศระยะแรกจะเริ่มศึกษาในกระดูกเชิงกราน (Patriquin และคณะ, 2005) กระดูกขากรรไกรล่าง : mandible (Franklin และคณะ, 2008) และกะโหลกก่อน ต่อมาเริ่มให้ความสนใจใช้กระดูกท่อนยาวในการระบุเพศ ซึ่งการศึกษาส่วนมากล้วนแต่ประสบผลสำเร็จเป็นอย่างสูง ได้แก่ กระดูกต้นขา : femer (Purkait และ Chandra, 2004) กระดูกหน้าแข้ง – กระดูกน่อง : tibia - fibula (Gonzalez-Reimers และคณะ, 2000) กระดูกต้นแขน : humerus (Robinson และ Bidmos, 2009), กระดูกแขนท่อนล่างอันในและอันนอก : ulnar - radius (Barrier และ Abbe, 2008) อีกทั้งการระบุเพศด้วยกระดูกส่วนอื่นๆของร่างกายก็ยังได้รับความสนใจเพื่อวิเคราะห์ความสามารถในการระบุเพศด้วยเช่นกัน เช่น กระดูกส้นเท้า – กระดูกข้อเท้า : calcaneus – talus (Rosso, 2007) กระดูกไหปลาร้า - กระดูกสะบัก : clavicle - scapula (Frutos, 2002) กระดูกซี่โครง : ribs (Kocak และคณะ, 2003) กระดูกสะบ้า : patella (Kemkes-Grottenthaler, 2005) และกระดูกฝ่ามือ – ฝ่าเท้า : metacarpals - metatasal (Case และ Ross, 2007) ส่วนงานวิจัยในประเทศไทยกระดูกที่ได้นำมาศึกษา ได้แก่ กระดูกหน้าอก : sternum (Mahakkanukrauh, 2004) กระดูกสันหลัง : vertebrae (Sinthubua และ Mahakkanukhrauh, 2001) กระดูกต้น : femur (King, 1998) กระดูกต้นแขน : humerus (Iscan และคณะ, 1998) กระดูกไหปลาร้า : scapula (พสิษฐ์, 2551) เป็นต้น สำหรับในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาการระบุเพศด้วยกระดูกส้นเท้าในคนไทย เนื่องจาก กระดูกส้นเท้าเป็นกระดูกเนื้อแน่น (compact bone) ทนต่อการย่อยสลายได้ดี และจากการออกชันสูตรพลิกศพของหน่วยนิติวิทยาศาสตร์นั้นพบว่ากระดูกชิ้นยาว (long bone) มักจะถูกสัตว์ต่างๆแทะกินรวมทั้งไข

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กระดูก ทำให้กระดูกชิ้นยาวแตกหัก และยากต่อการตรวจพิสูจน์ (พิสิษฐ์, 2551) แต่สำหรับกระดูกส้นเท้าเป็นกระดูกชิ้นเล็ก ดังนั้นจึงมักเหลือให้เห็นในที่เกิดเหตุอยู่เสมอ อีกทั้งจากกา รศึกษาก่อนหน้าพบว่า กระดูกส้นเท้าให้ค่าความถูกต้อง (accuracy) ในการระบุเพศในระดับสูง สามารถเชื่อถือได้ (Murphy, 2002; Bidmos, 2006) และยังไม่ถูกนำมาใช้ศึกษาในคนไทยมาก่อน ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์ในการพิสูจน์บุคคลและเป็นฐานข้อมูลของคนไทยต่อไป ซึ่งจะได้อธิบายลักษณะของกระดูกส้นเท้าในลำดับต่อไป

ระบบโครงกระดูก

โครงกระดูก (skeleton) ของมนุษย์มีชิ้นกระดูกรวมทั้งหมด 206 ชิ้น ประกอบด้วยโครงกระดูกส่วนแกน (axial skeleton) ได้แก่ กะโหลก : cranium 8 ชิ้น กระดูกใบหน้าและหู 20 ชิ้น กระดูกเหนือต่อมเสียง : hyoid 1 ชิ้น กระดูกสันหลัง : vertebrae 26 ชิ้น กระดูกหน้าอก : sternum 1 ชิ้น และกระดูกซี่โครง : ribs 24 ชิ้น รวมทั้งหมด 80 ชิ้น และกระดูกรยางค์ (appendicular skeleton) หมายถึง โครงสร้างส่วนที่ยื่นออกไปจากลำตัว หรือส่วนที่เป็นแขน- ขานั่นเอง โดยกระดูกส่วนบน (upper limb) มีทั้งหมด 64 ชิ้น ได้แก่ กระดูกสะบัก : scapula 2 ชิ้น กระดูกไหปลาร้า : clavicle 2 ชิ้น กระดูกต้นแขน : humerus 2 ชิ้น กระดูกแขนท่อนล่างอันใน : ulna 2 ชิ้น กระดูกแขนท่อนล่างอันนอก : radius 2 ชิ้น กระดูกข้อมือ : carpus 16 ชิ้น กระดูกฝ่ามือ : metacarpal 10 ชิ้น และกระดูกนิ้วมือ : phalanges 28 ชิ้น ส่วนกระดูกส่วนล่าง (lower limb) มีทั้งหมด 62 ชิ้น ได้แก่ กระดูกเชิงกราน : hip bone 2 ชิ้น กระดูกสะบ้า : patella 2 ชิ้น กระดูกหน้าแข้ง : tibia 2 ชิ้น กระดูกน่อง : fibula 2 ชิ้น กระดูกข้อเท้า : tarsus 14 ชิ้น กระดูกฝ่าเท้า : metatarsus 10 ชิ้น และกระดูกนิ้ว : phalanges 28 ชิ้น โดยโครงสร้างของกระดูกแข็งในผู้ใหญ่แบ่งตามลักษณะภายในออกมาภายนอก (รำแพน, 2549) ประกอบด้วย

1. ไขกระดูก (bone marrow) บรรจุอยู่ในช่องว่างหรือในโพรงกระดูก (bone cavity) ในผู้ใหญ่ไขกระดูกแบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่ ไขกระดูกแดง ซึ่งพบที่ปลายของกระดูกยาวและในกระดูกพรุน อีกชนิดคือ ไขกระดูกเหลือง จะมีเซลล์ไขมันมาก พบในกระดูกยาว โดยไขกระดูกแดงทำหน้าที่สร้างเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาวบางชนิด และยังช่วยให้อาหารแก่ไขกระดูกด้วย
2. กระดูกพรุน (spongy bone) มีลักษณะเป็นรูพรุนคล้ายฟองน้ำ อยู่ภายในกระดูกอัดแน่นบริเวณหัวท้ายกระดูก ทำให้กระดูกมีน้ำหนักเบา ภายในเต็มไปด้วยไขกระดูกแดง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. กระดูกเนื้อแน่น (compact bone) เนื้อกระดูกจะเรียงกันเป็นแผ่นทึบแข็ง มองด้วยกล้องจุลทรรศน์จะเห็นเป็นที่ว่างๆ ในเนื้อกระดูกได้
4. เยื่อหุ้มภายในของกระดูก (endosteum) เป็นผนังบางๆ ที่มีลักษณะละเอียดอยู่ข้างในช่องวางของกระดูก
5. เยื่อหุ้มภายนอกของกระดูก (periosteum) เป็นผนังหุ้มชั้นนอกของกระดูก และจะมีหลอดเลือด หลอดน้ำเหลือง และเส้นประสาทมาหล่อเลี้ยงมากมาย

โครงกระดูกสามารถจำแนกตามรูปร่างได้ 6 ประเภท (สุภาพร, 2551) ดังนี้

1. Long bone หมายถึงกระดูกชิ้นยาวจะมีส่วนหัว (proximal) ส่วนกลาง (body หรือ shaft)และส่วนปลาย (distal) โดยส่วน proximal จะอยู่ใกล้กลางลำตัวมากกว่าส่วน distal ได้แก่ Humerus, Radius, Ulna, Femur, Tibia และ Fibula
2. Miniature Long bone หมายถึงกระดูกชิ้นยาวขนาดเล็ก ได้แก่ กระดูกฝ่ามือ (metacarpals) กระดูกฝ่าเท้า (metatarsal) และกระดูกนิ้วมือ นิ้วเท้า (phalanges)
3. Flat bone หมายถึงกระดูกชิ้นแบน ซึ่งมักจะมีความกว้าง – ความยาวใกล้เคียงกัน ได้แก่ กระดูกกะโหลก (frontal, parietal, occipital bone), scapula และ sternum
4. Shot bone หมายถึงกระดูกชิ้นสั้น เป็นกระดูกที่มีความกว้าง – ยาว – หนาพอๆ กัน ได้แก่ กระดูกข้อมือ (carpal bones) และกระดูกข้อเท้า (tarsal bones)
5. Sesamoid bone หมายถึงกระดูกชิ้นสั้นที่อยู่ในเอ็นของกล้ามเนื้อ ได้แก่ กระดูกสะบ้า (patella) และกระดูกข้อมือที่ชื่อ pisiform
6. Irregular bone หมายถึงกระดูกที่มีรูปร่างไม่แน่นอน หรือแตกต่างไปจากที่กล่าวมาข้างต้น ได้แก่ vertebrae และ mandible

การเจริญเติบโต และธรรมชาติของกระดูก

กระดูกกำเนิดจากมีโซเดิร์ม (mesoderm) ซึ่งเริ่มเกิดขึ้นเมื่อตัวอ่อนในครรภ์มารดาอายุได้ 6 อาทิตย์ และเจริญได้ต่อเนื่องจนถึงวัยหนุ่มสาว กระดูกประกอบไปด้วยองค์ประกอบสำคัญ 4 ส่วน ได้แก่ เซลล์กระดูก สารอินทรีย์ เกลือแร่ และน้ำ โดยเซลล์กระดูกที่สำคัญมี 3 ชนิด ได้แก่ osteoblast, osteocyte และ osteoclast ซึ่งเซลล์ osteoblast เป็นเซลล์ที่เจริญมาจากเซลล์ต้นกำเนิดที่เรียกว่า osteoprogenitor stem cells ในไขกระดูก และมีหน้าที่สร้างเนื้อกระดูก โดยการสังเคราะห์และหลั่งเนื้อสารอินทรีย์ชนิดต่างๆที่สำคัญ ส่วนเซลล์ osteocyte คือเซลล์ osteoblast ที่เติบโตเต็มทีแล้วจะหยุดแบ่งตัว และเซลล์ osteoclast เป็นเซลล์ที่เจริญมาจาก hemopoietic stem cells ในไขกระดูก ทำหน้าที่ย่อยสลายกระดูก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเปลี่ยนแปลงทางเมตะบอลิซึม (metabolism) ของกระดูกประกอบด้วยกระบวนการสำคัญ 2 กระบวนการคือ การสร้างกระดูก และการสลายกระดูก โดยกระบวนการสร้างกระดูกจะขึ้นกับเซลล์ osteoblast ที่ปกติทั้งจำนวนและการทำงาน, ปริมาณเนื้อสารอินทรีย์ และปริมาณเนื้อสารเกลือแร่ที่เหมาะสม โดยเซลล์ osteoblast จะสร้างและหลั่งสารอินทรีย์และเอนไซม์หลายชนิด ซึ่งมีบทบาทในการสร้างกระดูกและการจับของผลึกแคลเซียมดำเนินต่อไปอย่างปกติ ส่วนกระบวนการสลายกระดูกเป็นกระบวนการที่เซลล์ osteoclast หลั่งสารและเอนไซม์ต่างๆ ออกมาย่อยสลายเกลือแร่และเนื้อสารอินทรีย์ในเนื้อกระดูก ในภาวะปกติกระบวนการสร้างกระดูกและกระบวนการสลายกระดูกจะดำเนินประสานกันเป็นวงจรอย่างเหมาะสม และต่อเนื่องตลอดเวลา ทำให้เนื้อกระดูกมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาเรียกกระบวนการนี้ว่า “bone remodeling system” โดยปกติ bone remodeling 1 รอบจะใช้เวลาประมาณ 120 วัน กระบวนการเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็น คือ ช่วยให้กระดูกส่วนที่หมดอายุถูกกำจัดออกไปเพื่อให้กระดูกที่ถูกสร้างขึ้นมาแทนที่ ช่วยให้กระดูกสามารถปรับเปลี่ยนรูปร่างให้เหมาะสมต่อการใช้งาน ช่วยให้ปริมาณมวลกระดูกเปลี่ยนแปลงอย่างเหมาะสมตามช่วงอายุ และช่วยให้แคลเซียมเคลื่อนออกจากกระดูกเข้าสู่กระแสเลือด เพื่อนำไปใช้ในภาวะที่ร่างกายขาดแคลเซียม (สมพงษ์, 2545)

มวลกระดูกนั้นมีการเปลี่ยนแปลงตามอายุในวัยเด็ก ซึ่งร่างกายมีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง อัตราการสร้างกระดูกจะมากกว่าอัตราการสลายกระดูก และเป็นผลให้กระดูกมีปริมาณมวลเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงระดับที่สูงที่สุด (peak bone mass) เมื่ออายุประมาณ 20 ปี ในผู้หญิง และ 25 ปี ในผู้ชาย โดยทั่วไปผู้ชายจะมีปริมาณมวลกระดูกสูงสุดมากกว่าผู้หญิงประมาณร้อยละ 15-20 (Kelly และคณะ, 1990) หลังจากปริมาณมวลกระดูกเพิ่มขึ้นสูงสุดแล้วอัตราการสร้างกระดูกและการสลายกระดูกจะใกล้เคียงกัน ซึ่งเป็นผลให้ปริมาณมวลกระดูกคงที่อยู่ระยะหนึ่งจนถึงอายุประมาณ 30-40 ปี หลังจากนั้นอัตราการสร้างกระดูกจะน้อยกว่าการสลายกระดูก ซึ่งเป็นผลให้มวลกระดูกเริ่มลดลงทั้งในผู้หญิงและผู้ชาย (Riggs และ Melton, 1986) โดยมวลกระดูกจะลดลงอย่างช้าๆ และต่อเนื่องในอัตราที่คงที่ประมาณร้อยละ 0.3-0.5 ต่อปี แต่การลดลงในผู้หญิงมีข้อแตกต่างจากผู้ชายคือ ช่วงระยะเวลาประมาณ 8-10 ปี หลังหมดระดู ปริมาณมวลกระดูกจะลดลงอย่างรวดเร็ว โดยที่กระดูกสันหลังมีการลดลงของปริมาณมวลกระดูกในอัตราที่สูงมากถึงประมาณร้อยละ 12 ต่อปีในช่วง 2-3 ปีแรกหลังหมดระดู หลังจากนั้นอัตราการลดลงของมวลกระดูกจะประมาณร้อยละ 3 ต่อปี (Genant และคณะ, 1982) การลดลงของปริมาณมวลกระดูกนี้จะดำเนินต่อไปต่อเนื่องตลอดชีวิต ในขณะที่กระดูกมีปริมาณมวลลดลงนี้จะพบว่ามีโครงสร้างภายในของกระดูกเปลี่ยนแปลงร่วมด้วย โดยเฉพาะที่กระดูก trabecular โดยเนื้อกระดูกจะบางลงและความต่อเนื่องของเนื้อกระดูกเสียไป ซึ่งการลดลงของมวลกระดูกตามอายุจะเกิดขึ้นกับกระดูกทั่วร่างกาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แต่ตำแหน่งกระดูกที่มีปริมาณมวลลดลงมากและเกิดการหักได้บ่อยจะเป็นกระดูกที่มีปริมาณกระดูก trabecular สูง เช่น vertebrae, บริเวณคอของกระดูก femur, ส่วนปลายของกระดูก radius เป็นต้น (Melton, 1987)

กระดูกส้นเท้า (Calcaneus)

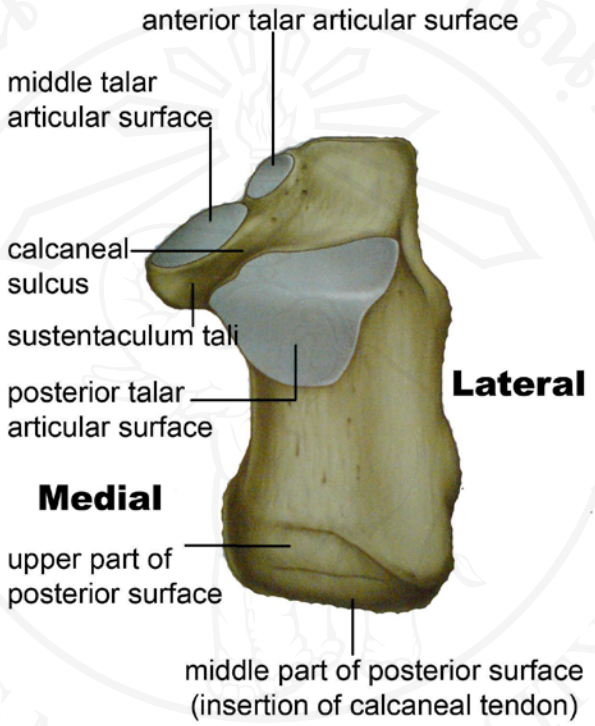
กระดูกส้นเท้า หรือ Calcaneus จัดเป็นกระดูกข้อเท้าชิ้นหนึ่ง ร่วมกับชิ้นอื่นๆอีก 6 ชิ้น ได้แก่ talus, navicular, cuboid, first cuneiform, second cuneiform และ third cuneiform ซึ่งจะเชื่อมต่อระหว่างกระดูกฝ่าเท้ากับกระดูกขาท่อนล่าง โดยกระดูกส้นเท้าเป็นกระดูกข้อเท้าชิ้นที่ใหญ่ที่สุด มีตำแหน่งอยู่ทางด้านหลังของเท้า และวางอยู่ด้านล่างของ talus โดยมีรูปร่างลักษณะเป็นแท่งสี่เหลี่ยมยาวยื่นออกไปทางด้านหน้าของเท้า ผิวขรุขระ ปลายด้านหลังค่อนข้างกลมมนทำหน้าที่เป็นส้นเท้า ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ upper, middle และ lower part และมีเอ็นร้อยหวาย (Achilles tendon) ทำหน้าที่ยึดส่วนปลายของกระดูกส้นเท้ากับกล้ามเนื้อลูกวัวที่น่อง โดยส่วน upper part จะแยกออกจากเส้นเอ็นโดยถุงน้ำ (bursa) ส่วน lower part หรือ calcaneal tuberosity จะโค้งไปทางด้านหน้าแล้วถูกห่อหุ้มด้วยเนื้อเยื่อ subcutaneous tissue และมีลักษณะนูนเป็นรูป V-shape notch (ภาพ B)

ด้านข้างของกระดูกส้นเท้าฝั่งที่อยู่ไกลจากแกนกลางลำตัวมากกว่า เรียกว่าด้าน “lateral surface” จะมีลักษณะเรียบตามเส้นขอบที่ยกขึ้นเล็กน้อย (ภาพ C) และมีปุ่มนูนอยู่ทางด้านหน้าเกือบตรงกลางเรียกว่า fibular trochlea ซึ่งมักพบ 2 อันอยู่เยื้องๆ กัน โดยจะมีเส้นเอ็นวางขนานติดกับ fibular trochlea อันที่อยู่ตำแหน่งสูงกว่า และมีกล้ามเนื้อมัดยาวมาห่อหุ้ม ส่วนด้านข้างอีกด้าน จะเรียกว่า “middle surface” จะมีลักษณะเว้าและด้านบนมีก้านยื่นออกมาอย่างชัดเจนหนึ่งอันเรียกว่า “sustentaculum tali” (ภาพ A) เชื่อมต่อกับขอบด้านบน ซึ่ง sustentaculum tali จะยื่นออกมาตรงกลางเพื่อรองรับกับส่วนหัวของกระดูก talus ส่วนบริเวณถัดลงมาจาก sustentaculum tali จะมีร่องแยกเห็นได้อย่างชัดเจน วิ่งจากด้านหลัง ไปยังด้านหน้า เรียกว่า calcaneal sulcus โดยบริเวณด้านบนของ sustentaculum tali จะมีแอ่ง หรือ facet อยู่ 1 facet คือ middle talar articular surface สำหรับเชื่อมต่อกับหัวอันกลางของ talus นอกจากนี้ยังมีอีก 2 facet ที่อยู่ติดกันกับ middle talar articular surface คือ anterior talar articular surface และ posterior talar articular surface ซึ่งอยู่ทางพื้นผิวด้านบนของกระดูกส้นเท้า (ภาพ A)

- anterior talar articular surface เป็น facet ที่เล็กที่สุด ซึ่งจะเชื่อมต่อกับหัวของ talus และเหนือขึ้นไปด้านหน้าจะเป็น facet ที่ต่อกับกระดูกข้อเท้าชิ้น cuboid เรียกว่า articular surface with cuboid bone

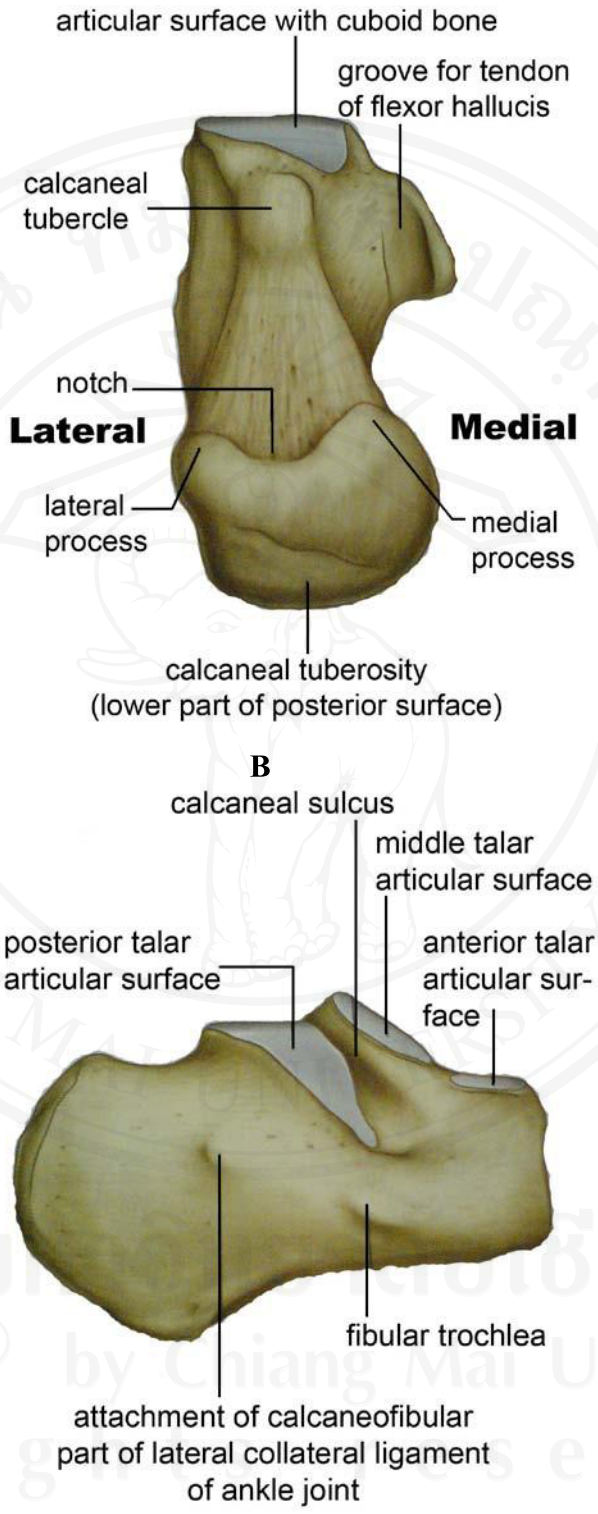
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- posterior talar articular surface เป็น facet ที่ใหญ่ที่สุดและอยู่ตำแหน่งที่ต่ำที่สุด ซึ่งระหว่าง posterior talar articular surface จะเชื่อมต่อกับลำตัวของ talus ส่วน facet อีก 2 อันจะต่อกับหัวของ talus เนื่องจากมีร่องที่ลึกกว่า (Drake และคณะ,2005)



A

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 1 กระดูกส้นเท้าขวา โดย A เป็นด้านที่ถ่ายจากมุมด้านบน : superior view, B ถ่ายจากมุมด้านล่าง : inferior view และ C ถ่ายจากมุมด้านข้าง : lateral view (Drake และคณะ ,2005)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กล้ามเนื้อฝ่าเท้ามี 4 ชั้น ช่วยกันดำรงส่วนโค้งของเท้าไว้และเอื้อต่อการทรงตัวเมื่อยืนบนผิวขรุขระ รวมทั้งการเคลื่อนไหวของนิ้วเท้าแต่ละนิ้วอย่างจำเพาะเจาะจง ซึ่งกล้ามเนื้อเหล่านี้มักมีความเกี่ยวข้องกับกระดูกส้นเท้า (ผาสุก, 2547) ได้แก่

1. กล้ามเนื้อ abductor hallucis ทอดอยู่ผิวตามแนวขอบในของเท้า การยึดเกาะเริ่มต้นที่กระดูกส้นเท้า, flexor retinaculum และ plantar aponeurosis แล้วไปสิ้นสุดที่ฐานด้านใน proximal phalangx ของนิ้วหัวแม่เท้า ทำหน้าที่กางและงอนิ้วหัวแม่เท้า
2. กล้ามเนื้อ flexor digitorum brevis การยึดเกาะเริ่มต้นที่กระดูกส้นเท้า, plantar aponeurosis และ intermuscular septa แล้วไปสิ้นสุดที่สองข้าง middle phalanges ของนิ้วเท้าทั้งสี่ทางด้านข้าง ทำหน้าที่งอนิ้วเท้าที่ 2-5
3. กล้ามเนื้อ abductor digiti minimi ทอดอยู่ตามแนวขอบนอกของเท้า มีการยึดเกาะเริ่มต้นที่กระดูกส้นเท้า, plantar aponeurosis และ intermuscular septa แล้วไปสิ้นสุดที่ฐานด้านข้าง proximal phalanx ของนิ้วที่ห้า ทำหน้าที่กางและงอนิ้วเท้าที่ 5
4. กล้ามเนื้อ quadratus plantar การยึดเกาะเริ่มต้นที่ขอบในและนอกผิวด้านฝ่าเท้าของกระดูกส้นเท้า และสิ้นสุดที่ขอบด้านข้างของเอ็นกล้ามเนื้อ flexor digitorum longus ทำหน้าที่ช่วยกล้ามเนื้อ flexor digitorum longus ในการงอนิ้วเท้าที่ 2-5

ความคลาดเคลื่อนในการวัด (Errors in Measurement)

ดังได้กล่าวไปแล้วว่าในงานวิจัยนี้สนใจศึกษาการระบุเพศจากกระดูกส้นเท้า ซึ่งวิธีการวิจัยจะใช้วิธีการวัดขนาดกระดูกส้นเท้าด้านต่างๆ ด้วยเครื่องวัด vernier caliper ซึ่งสิ่งสำคัญในการวัดคือ ปริมาณที่วัดได้ต้องมีความน่าเชื่อถือว่าถูกต้อง กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ มีความคลาดเคลื่อน (Errors) น้อยที่สุด โดยที่ในการวัดทุกครั้งจะอยู่บนพื้นฐานตามทฤษฎี ดังนี้

1) การวัดทุกครั้งไม่มีความแม่นยำที่แน่นอน
2) การวัดทุกครั้งมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเสมอ
3) ค่าที่ถูกต้องของการวัดไม่สามารถทราบได้แน่นอน
4) ค่าความคลาดเคลื่อนที่แน่นอนไม่สามารถทราบได้

สิ่งที่ผู้ทำการวัดต้องคำนึงถึงตามทฤษฎีดังกล่าว คือ การวัดปริมาณต่าง ๆ ด้วยเครื่องมือ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ย่อมวัดได้แม่นยำที่มีขีดจำกัดในระดับหนึ่ง โดยทั่วไปจะมีความผิดพลาดเกิดขึ้นอยู่เสมอ โอกาสที่จะวัดได้คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงของปริมาณที่วัดได้จะมาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หรือน้อยขึ้นกับเครื่องมือ วิธีการวัด สถานการณ์ที่ทำการวัดความสามารถและประสบการณ์ของผู้ที่ทำการวัดด้วย และปัจจัยอื่นๆ ซึ่งสามารถสรุปสาเหตุของความคลาดเคลื่อนได้ 3 แหล่งคือ

1. ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากเครื่องมือ เช่น เกณฑ์ในการอ่านไม่ชัดเจน เครื่องมือเสื่อมสภาพ เป็นต้น
2. ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากผู้ใช้เครื่องมือ เช่น ผู้ใช้ไม่มีความชำนาญ ถ้ามีผู้วัดมากกว่า 1 คนความแตกต่างระหว่างบุคคลของการวัดเกิดอคติขึ้นในกลุ่มทดลอง เป็นต้น
3. ความคลาดเคลื่อนจากผู้ถูกวัด หรือ วัสดุที่ถูกวัด เช่น วัสดุมีผิวขรุขระยากต่อการกำหนดจุดวัด เป็นต้น

โดยค่าความคลาดเคลื่อนดังกล่าวสามารถประมาณได้จาก "ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน" อาจเรียกแบบสั้นๆว่า “Standard Error” (SE) หรือชื่อเต็มๆว่า Standard Error of Sample Mean (SEM) หมายถึง ค่าที่แสดงว่าโดยเฉลี่ย แล้วค่าเฉลี่ยของตัวอย่างแต่ละตัวแตกต่างจากค่าเฉลี่ยของประชากรมากน้อยเพียงใด โดยคำนวณจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหารด้วย รากที่สองของขนาดตัวอย่าง ดังจะได้แสดงวิธีการคำนวณต่อไปในบทที่ 2

การวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม หรือจำแนกประเภท (Discriminant Analysis)

ในการศึกษานี้ได้นำข้อมูลการวัดมาวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม ซึ่งการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มด้วยเทคนิค discriminant analysis เป็นวิธีทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์จำแนกกลุ่มตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป ด้วยการวิเคราะห์จากตัวแปรตาม 1 ตัว และตัวแปรอิสระตั้งแต่ 1 ตัวขึ้นไป และวัดในมาตรอันตรภาคหรืออัตราส่วน ไปทำนายตัวแปรตามซึ่งเป็นตัวแปรกลุ่มนั่นเอง ถ้าเป็นการจำแนก 2 กลุ่ม เรียกว่า two-group discriminant analysis แต่ถ้าจำแนกมากกว่า 2 กลุ่ม เรียกว่า multiple discriminant analysis (MDA) แนวคิดของการจำแนกทดสอบสมมติฐาน คือ การหาว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรต้นแต่ละกลุ่มมีค่าเท่ากันหรือไม่ การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติเป็นการทดสอบระยะห่างระหว่างค่ากลาง หรือ centriod ของแต่ละกลุ่ม (ค่าเฉลี่ยของคะแนนจำแนกของแต่ละกลุ่ม) ทำให้ได้ฟังก์ชันการจำแนกไว้อธิบายว่าสามารถจำแนกกลุ่มใดด้วยตัวแปรใด การวิเคราะห์วิธีนี้นอกจากจะสามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างกลุ่มได้แล้ว ยังสามารถบอกธรรมชาติบางอย่างของการจำแนกได้ด้วย เช่น บอกว่าตัวแปรใดจำแนกได้ดีมากน้อยกว่ากัน นั่นคือสามารถบอกประสิทธิภาพหรือน้ำหนักในการจำแนก อีกทั้งการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มยังสามารถพยากรณ์การเข้าสู่กลุ่มของข้อมูลใหม่ได้ด้วย ดังนั้นการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มจึงเป็นเทคนิคการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิเคราะห์ความสัมพันธ์หรือการหาสาเหตุเทคนิคหนึ่ง จะเห็นได้ว่าเทคนิคนี้เป็นเทคนิคทางสถิติที่คล้ายคลึงกับการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ หรือ Multiple Regression Analysis (ศิริชัย, 2550)

วัตถุประสงค์ของการใช้การวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (กัลยา, 2551)

การวิเคราะห์จำแนกกลุ่มช่วยทำความเข้าใจความแตกต่างระหว่างกลุ่มและการจำแนกกลุ่มอย่างถูกต้อง ใช้ในกรณีที่คำถามการวิจัยต้องการคาดคะเนความสัมพันธ์หรือทำนายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยสามารถตอบคำถามวิจัยได้ ดังนี้

1. ทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม 2 กลุ่มขึ้นไป ว่ามีค่าเฉลี่ยของชุดตัวแปรอิสระแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ โดยใช้การเปรียบเทียบค่ากลางของกลุ่ม (group centroid)
2. เพื่อสร้างสมการการจำแนกกลุ่ม มิติการจำแนกระหว่างกลุ่มจากชุดของตัวแปรอิสระหรือตัวแปรจำแนกว่ามีมิติหรือฟังก์ชันใดบ้าง
3. พิจารณาว่าตัวแปรอิสระตัวใดบ้างเป็นตัวแปรที่สำคัญที่ใช้ในการแบ่งกลุ่ม หรือตอบคำถามว่าลักษณะความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่างเกิดขึ้นจากตัวแปรใด
4. เพื่อนำสมการจำแนกกลุ่มมาใช้พยากรณ์หน่วยวิเคราะห์ใหม่ว่าสมควรจัดให้อยู่ในกลุ่มใด

เงื่อนไขและข้อตกลงเบื้องต้น (Hair และคณะ, 2006)

1. ข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์มีการแจกแจงปกติ โดยเฉพาะตัวแปรอิสระต้องมีการแจกแจงปกติเสมอ แต่ตัวแปรตามอาจจะมีข้อยกเว้น ซึ่งถ้าข้อมูลทั้งหมดแจกแจงเป็นโค้งปกติก็จะทำให้การวิเคราะห์มีความถูกต้องน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น
2. ตัวแปรอิสระมีข้อมูลในระดับอันตรภาคชั้น หรืออัตราส่วน หรือตัวแปรนามบัญญัติที่ปรับเป็นตัวแปรหุ่น (dummy variable)
3. กลุ่มย่อยในตัวแปรตามมีเมตริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมต้องเท่ากัน (equal dispersion matrices) การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของเมตริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมนิยมใช้ Box's M test ถ้าเมตริกซ์ดังกล่าวในแต่ละกลุ่มย่อยของตัวแปรตามไม่เท่ากันจะมีผลต่อความผิดพลาดในการจำแนกกลุ่ม
4. ตัวแปรอิสระ 2 ตัวขึ้นไปไม่มีความสัมพันธ์กันสูง หากพบว่ามีคู่ใดที่มีความสัมพันธ์กันสูงกว่า 0.5 (multicolinearity) ควรตัดตัวแปรอิสระคู่นั้นออก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5. จำนวนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มควรมีจำนวนใกล้เคียงกัน ข้อตกลงเบื้องต้นนี้อาจถูกละเมิดในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมาจากการสุ่มโดยอาศัยความน่าจะเป็น จะทำให้ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่คำนวณจากจำนวนประชากร
6. ค่าความแปรปรวนร่วมของแต่ละตัวแปรอิสระ ในแต่ละกลุ่มต้องใกล้เคียงกันและเมตริกซ์การแปรปรวนร่วมของแต่ละกลุ่มต้องเท่ากันหรือใกล้เคียงกันเสมอ
7. ความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ต้องมีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นเท่านั้น (linearity of relationships)

วิธีการสร้างสมการจำแนกประเภท

การสร้างสมการจำแนกกลุ่มมี 2 วิธี คือ 1) วิธีตรง (direct method) เป็นวิธีการที่ผู้วิจัยต้องการตัวแปรทุกตัวที่สนใจ ตามที่ระบุไว้ด้วยเหตุผลทางทฤษฎีว่าจะแบ่งแยกได้กี่สมการ มีลักษณะอย่างไร เพื่อพิสูจน์ตัวแปรที่คิดว่ามีความสำคัญต่อการจำแนกที่ระบุไว้ตามทฤษฎีนั้นแท้จริงแล้วมีความสำคัญหรือไม่ และ 2) วิธีแบบขั้นตอน (stepwise method) เป็นวิธีการที่เลือกตัวแปรทีละตัวมาเข้าสมการ โดยหาตัวแปรที่ดีที่สุดในการจำแนกมาเข้าสมการเป็นตัวแรก จากนั้นก็จะหาตัวแปรที่ดีที่สุดตัวที่สองมาเข้าสมการ เพื่อปรับปรุงแก้ไขทำให้สมการจำแนกกลุ่มดีขึ้น และในขั้นตอนต่อๆไปก็จะเป็นการนำตัวแปรที่ดีที่สุดแต่ละตัวที่เหลือมาเข้าสมการต่อไป เพื่อจะได้สมการจำแนกกลุ่มที่ดีที่สุด

สถิติที่สำคัญของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (สมบัติ, 2552)

1. น้ำหนักจำแนกมาตรฐาน หรือที่เรียกว่า “สัมประสิทธิ์การจำแนก” (discriminant coefficient) น้ำหนักมาตรฐานที่ได้ ถ้ามีค่าสูงแสดงว่าตัวแปรนั้นมีอำนาจจำแนกฟังก์ชันได้มากกว่าตัวแปรที่มีค่าน้อย หมายถึง ความสามารถในการจำแนกกลุ่มประชากรออกเป็นกลุ่มต่างๆ ได้ดี โดยไม่ต้องพิจารณาเครื่องหมาย + หรือ – เพราะเป็นเพียงค่าที่แสดงถึงทิศทางเท่านั้น
2. ค่าไอเก้น (Eigenvalue) เป็นค่าที่แสดงอัตราส่วนการผันแปรระหว่างกลุ่มต่อการผันแปรภายในกลุ่ม ถ้าค่าไอเก้นมีค่าสูงก็แสดงว่าสมการดี หรือมีค่าการจำแนกสูง หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าค่าไอเก้นก็คือความแปรปรวนของคะแนนแปลงรูป Y ที่แปลงมาจาก $X_1, X_2, \ldots\ldots X_p$ นั่นเอง
3. ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอล (Canonical Correlation) เป็นสถิติซึ่งสามารถใช้ในการตัดสินความสำคัญของสมการจำแนก เป็นมาตรวัดความสัมพันธ์ของสมการกับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กลุ่มของตัวแปร ซึ่งระบุการเป็นสมาชิกของกลุ่มนั้นๆ ของตัวแปรตามโดยชี้ให้เห็นว่าการเป็นสมาชิกกลุ่มมีความสัมพันธ์กับสมการที่หามาได้มากน้อยเพียงใด ดังนั้น ถ้าค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลมีค่าสูงแสดงว่า การเป็นสมาชิกของกลุ่มสามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปรกับสมการจำแนกได้มาก

4. ค่าวิลค์แลมบ์ดา (Wilks' Lambda) เป็นมาตรวัดอำนาจจำแนก กล่าวคือ ถ้าวิลค์แลมบ์ดามีค่ามาก ตัวแปรที่เหลือจะอธิบายการเป็นสมาชิกของกลุ่มโดยสมการใหม่ได้น้อยลง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปี ค.ศ. 1965 Bunning และ Barnett ได้จำแนกกระดูกส้นเท้าของคนอังกฤษ (British), อินเดีย (Indian), ศรีลังกา (Veddah) และไนจีเรีย ออกเป็น 3 ประเภท ตามจำนวน articular facet ที่อยู่บริเวณ superior surface ได้แก่ ชนิดเอ (type A) เป็นชนิดที่มีจำนวน article fecet 3 อัน ชนิดบี (type B) มีจำนวน 2 อัน และชนิดซี (type C) มีเพียงอันเดียว โดยการปรากฏในคนตามลักษณะการแบ่งประเภทดังกล่าวนี้ จะมีความแตกต่างกันตามเชื้อชาติหรือกลุ่มคนนั้นๆ โดยคนยุโรปทั่วไปจะพบกระดูกส้นเท้าชนิด type A มากกว่า type B อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่สำหรับคนไนจีเรีย และอินเดียจะพบชนิด type B ในจำนวนที่มากกว่า ส่วนแบบ type C นั้นเป็นแบบที่พบได้น้อยมาก ซึ่งก็มีปรากฏในคนศรีลังกา และไนจีเรีย อยู่เช่นกัน

ต่อมาในปี 1996 Riepert และคณะ ทำการศึกษาการระบุเพศด้วยกระดูกส้นเท้า โดยใช้ภาพถ่ายรังสีข้อเท้าของผู้ป่วยทั้งหมด 800 คน เป็นเพศชาย 436 คน เพศหญิง 364 คน ซึ่งเทคนิคการถ่ายภาพรังสีใช้เทคนิคมาตรฐาน (ระยะโฟกัสฟิล์ม 1 m) ของคลินิกสำหรับถ่ายภาพรังสี มหาวิทยาลัยเมนซ์ (Mainz) ประเทศเยอรมันนี ผู้ป่วยมีอายุระหว่าง 20-79 ปี ซึ่ง ร้อยละ 55.6 ของจำนวนตัวอย่างเป็นภาพถ่ายภาพรังสีข้อเท้าขวา และอีกร้อยละ 44.4 เป็นภาพถ่ายข้อเท้าซ้าย โดยทำการวัดทั้งหมด 3 ตัวแปร ได้แก่ ความยาว (length) ความสูง (height) ความสูงบริเวณที่สั้นที่สุด (minimum height) และวัดมุมอีก 3 ตัวแปร คือ Tuber angle (Boehler's angle), front angle และ tuber plantar angle พบว่าค่าเฉลี่ยการวัดขนาด (มิลลิเมตร) และมุม (องศา) ของ length, height, minimum height, tuber angle, tuber plantar angle และ front angle ในเพศชายมีค่าเท่ากับ 89.8, 51.8, 42.3, 34.7, 72.0 และ 41.2 ตามลำดับ ส่วนในเพศหญิงมีค่า 82.0, 46.7, 37.8, 33.8, 73.0 และ 40.1 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ จำแนกกลุ่มเพศด้วยสมการทางคณิตศาสตร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แบบ discriminant function เมื่อพิจารณาตัวแปรทั้งหมดร่วมกันจะให้ความถูกต้องในการทำนายเพศร้อยละ 84.4 (ความถูกต้องในกลุ่มเพศชายร้อยละ 77.6, กลุ่มเพศหญิงร้อยละ 81.8)

Murphy (2002) ศึกษาการระบุเพศด้วยกระดูกส้นเท้า ในคนยุคก่อนประวัติศาสตร์ของประเทศนิวซีแลนด์ (New Zealand Polynesian) ซึ่งใช้ตัวอย่างเป็นกระดูกส้นเท้าของคนโตเต็มวัยเพศชาย 26 คน เพศหญิง 22 คน ทำการวัดขนาดทั้งหมด 5 ตัวแปร ได้แก่ maximum length, minimum width, body height, load arm length และ load arm width พบว่าค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการวัดขนาดทั้ง 5 ตัวแปร (หน่วยวัดมิลลิเมตร) ในเพศชายเท่ากับ 80.33±3.07, 25.32±1.82, 39.75±2.38, 49.67±2.62 และ 44.21±1.88 ตามลำดับ ของเพศหญิงเท่ากับ 71.34±4.24, 22.43±2.19, 34.60±2.78, 46.17±2.34 และ 40.58±186 ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มเพศด้วย discriminant function จะให้ค่าความถูกต้องในการทำนายเพศร้อยละ 88.4 – 93.5 ทั้งจากการศึกษาของ Riepert และคณะ (1996) และ Murphy (2002) ได้รายงานว่าขนาดของกระดูกส้นเท้าระหว่างเพศชายกับเพศหญิงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงสามารถใช้กระดูกส้นเท้าในการระบุเพศได้

Bidmos และ Asala (2003) ศึกษาการระบุเพศด้วยกระดูกส้นเท้า ในคน South African Whites โดยทำการสุ่มตัวอย่างกระดูกที่ถูกเก็บไว้ใน Dart Collection of Human Skeletons มหาวิทยาลัย Witwatersrand เมืองโจฮานเนสเบิร์ก (Johannesburg) เป็นเพศชาย 53 คน เพศหญิง 60 คน และทำการวัดขนาดทั้งหมด 9 ตัวแปร ได้แก่ maximum length, load arm length, dorsal articular facet length, body height, maximum height, cuboidal facet height, middle breadth, dorsal articular facet breadth และ maximum breadth จากการวิเคราะห์จำแนกเพศด้วย discriminant function พบว่า ในแต่ละตัวแปรให้ความถูกต้อง ในการทำนายเพศร้อยละ 73-86 และเมื่อนำทุกตัวแปรมาพิจารณาร่วมกันให้ความถูกต้องร้อยละ 81-91 ในปีต่อมา Bidmos และ Asala (2004) ยังได้ทำการศึกษาในคน South African Blacks โดยทำการวัด 9 ตัวแปร เช่นเดียวกัน ทำการสุ่มตัวอย่างกระดูกที่ปกติเป็นเพศชาย 58 คน เพศหญิง 58 คน มีอายุระหว่าง 22 – 75 ปี พบว่า ทุกตัวแปรที่วัดระหว่างเพศทั้งสองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มเพศด้วย discriminant function พบว่าตัวแปรความยาวทุกตัวให้ความถูกต้องในการทำนายเพศได้ดีที่สุดคือ ร้อยละ 79 - 86 แต่เมื่อพิจารณาทุกตัวแปรร่วมกันกลับให้ความถูกต้องในการทำนายเพศเพียงร้อยละ 64 - 79 เท่านั้น

Khoshhal และคณะ (2004) ศึกษาการระบุเพศด้วยการใช้ภาพถ่ายรังสีกระดูกส้นเท้าของคนซาอุดิอาระเบีย โดยทำการวัดขนาดของมุม Bohler’s angle (BA) และ Gissane’s angle (GA) ซึ่งใช้ตัวอย่างทั้งหมด 229 คน เป็นเพศชาย 71 คน เพศหญิง 158 คน มีอายุระหว่าง 15-72

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปี (อายุเฉลี่ย 40.26 ปี) พบว่าค่าเฉลี่ยมุม BA = 31.21° (อยู่ในช่วง 16-47°) และมุม GA = 116.16° (96-152°) โดยเพศชายได้ค่าเฉลี่ยมุม BA = 31.15° มุม GA = 31.24° และเพศหญิงได้ค่าเฉลี่ยมุม BA = 115.66° มุม GA = 116.39° และจากการวิเคราะห์ทางสถิติขนาดมุมของกระดูกส้นเท้าระหว่างเพศทั้งสองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างขนาดมุมทั้งสองช่วงกลุ่มอายุต่างๆ (15-20, 21-30, 31-40, 41-50 และ 51-72 ปี) ก็ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน แต่เมื่อศึกษาเปรียบเทียบกับค่ามุม BA ในงานวิจัยของ Didia และ Dimkpa (1999) ที่ทำการศึกษาในคนไนจีเรีย พบว่า ค่ามุม BA ของคนไนจีเรียและซาอุดิอาระเบีย มีความแตกต่างกันอย่างน่าเชื่อว่ามันจะสามารถใช้ยืนยันเชื้อชาติได้ และอาจสามารถใช้ค่านี้ช่วยในการตัดสินใจจำแนกกลุ่มเพศร่วมได้

ในปี 2005 Murphy ศึกษาการระบุเพศด้วยกระดูกข้อเท้าส่วนหลัง (hindfoot) ได้แก่ กระดูก talus และกระดูกส้นเท้าในตัวอย่างโครงกระดูกมนุษย์ยุคก่อนประวัติศาสตร์ของคน New Zealand Polynesian โดยใช้ตัวอย่างในการวัดขนาด talus ทั้งหมด 51 คน เป็นเพศชาย 24 คน เพศหญิง 27 คน และจำนวนตัวอย่างในการวัดขนาดกระดูกส้นเท้า 48 คน เป็นเพศชาย 26 คน เพศหญิง 22 คน ซึ่งทำการวัดขนาดของ talus จำนวน 2 ตัวแปร คือ maximum length of the trochlea กับ maximum width of the trochlea และวัดขนาดของกระดูกส้นเท้า อีก 2 ตัวแปร คือ load arm length กับ load arm width พบว่า ค่าเฉลี่ยจากการวัดขนาด (มิลลิเมตร) ของตัวแปร maximum length of the trochlea, maximum width of the trochlea, load arm length และ load arm width ในเพศชายให้ค่า 32.81, 32.87, 49.67, 44.21 ตามลำดับ และในเพศหญิงให้ค่า 29.98, 29.51, 46.17, 40.58 ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ จำแนกกลุ่มเพศด้วย discriminant function ให้ความถูกต้องในการทำนายเพศร้อยละ 92.3

ต่อมา Bidmos (2006) ได้ทำการศึกษาทั้งสังเกตลักษณะโครงสร้างภายนอกและการวัดขนาดกระดูกส้นเท้า ซึ่งจะทำการศึกษาในคน South Africans of European (SAED) และ indigenous South African (ISA) โดยลักษณะโครงสร้างภายนอกใช้การสังเกตจำนวนแอ่ง facet ที่อยู่บนด้าน superior suface ในการจำแนก หากมีจำนวน facet 3 อันให้จัดอยู่ใน type A, 2 อัน เป็น type B และ type C มีเพียงอันเดียว ส่วนการวัดขนาดจะทำการวัดทั้งหมด 9 ตัวแปร ได้แก่ maximum length (MAXL), load arm length (LAL), minimum breadth (MINB), middle breadth (MIDB), body height (BH), maximum height (MAXH), dorsal articular facet length (DAFL), dorsal articular facet breadth (DAFB) และ cuboidal facet height (CFH) สำหรับการสังเกตลักษณะโครงสร้างใช้จำนวนตัวอย่าง 180 ตัวอย่าง ของกระดูกส้นเท้าซ้าย (คน SAED 90 คน, ISA 90 คน) พบว่า คน SAED มีปรากฏกระดูกส้นเท้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แบบ type A มากกว่า type B และไม่พบ type C เลยในตัวอย่างที่ใช้ศึกษา ส่วนคน ISA พบ type B มากกว่า type A ส่วน type C พบได้น้อยมากทั้งในเพศชายและเพศ หญิงเมื่อเทียบกับสองแบบแรก ส่วนการศึกษาการวัดขนาดจะใช้จำนวนตัวอย่าง 20 ตัวอย่าง (SAED 10 คน, ISA 10 คน) พบว่าคน SAED เพศชายมีค่าเฉลี่ยทุกตัวแปร สูงกว่าคน ISA เพศชาย อย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นตัวแปรของความกว้าง (breadth) ทั้งหมด กับ CFH ส่วนในกลุ่มเพศหญิงได้ค่าเฉลี่ยของคน SAED ทุกตัวแปร สูงกว่า ISA อย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้น MIDB, DAFL, DAFB และจากการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มเพศด้วย discriminant function ให้ค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการทำนายกลุ่มเพศชายร้อยละ 87.8 และกลุ่มเพศหญิงให้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 88.9

ในปี 2007 Russo ศึกษาการระบุเพศด้วยกระดูก talus และกระดูกส้นเท้า ในคนยุคปัจจุบันของประเทศอิตาลีตอนเหนือ (Northern Italian) ใช้ตัวอย่างทั้งหมด 118 คน เป็นเพศชาย 62 คน เพศหญิง 56 คน โดยทำการวัดขนาดทั้งหมด 6 ตัวแปร ของกระดูกส้นเท้าทั้งข้างซ้ายและข้างขวา ได้แก่ right maximum length, left maximum length, right medial breadth (breadth across the sustentaculum), left medial breadth, right height of body และ left height of body พบว่าเพศชายได้ค่าเฉลี่ ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของตัวแปรทั้งหกคือ 81.5±4.4, 81.6±4.4, 43.7±2.4, 43.7±2.3, 43.1±2.8 และ 43.0±1.3 ตามลำดับ ส่วนเพศหญิงได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 73.1±3.4, 73.5±3.2, 38.3±2.0, 38.2±2.0, 38.2±2.4 และ 38.3±2.6 ตามลำดับ อีกทั้งยังให้ความถูกต้องในการ ทำนายเพศที่ดีเมื่อพิจารณาทุกตัวแปรอิสระร่วมกัน โดยให้ความถูกต้องในการทำนายกลุ่มเพศชายร้อยละ 89.8 กลุ่มเพศหญิงร้อยละ 88.4 เมื่อทำการพิจารณาแยกข้างพบว่า กระดูกส้นเท้าซ้าย สามารถทำนายกลุ่มเพศชายได้ความถูกต้องร้อยละ 91.7 กลุ่มเพศหญิงร้อยละ 89.4 และกระดูกส้นเท้าขวาทำนายกลุ่มเพศชายได้ความถูกต้องร้อยละ 85.0 กลุ่มเพศหญิงร้อยละ 91.5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved