

การประเมินเพศด้วยวิธีการวัด จากกระดูกต้นขาในประเทศไทย Sex determination by metric method using femur in Thailand

อรอุมา ตั้งสมสุข*

Onuma Tangsomsuk



■ บทคัดย่อ

ในการตรวจอัตลักษณ์บุคคลต้องทำการระบุเพศ การระบุเพศจากโครงกระดูกมนุษย์เป็นข้อมูลหนึ่งที่สำคัญสำหรับการสืบสวนและติดตามกรณีคนหาย ปัจจุบันกระดูกต้นขาถูกใช้ในการระบุเพศด้วยวิธีการวัด (metric method) อย่างกว้างขวาง การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าการวัดมาตรฐานของกระดูกต้นขาระหว่างเพศชายและหญิงในคนไทยและการระบุเพศของโครงกระดูกศพนิรนามในประเทศไทย โดยใช้ตัวอย่างกระดูกต้นขา จำนวน 100 ตัวอย่าง (เพศ ชาย 50 ตัวอย่าง และเพศหญิง 50 ตัวอย่าง) ของศพนิรนามที่ผ่านสูตรศพของสถาบันนิติวิทยาศาสตร์ กระทรวงยุติธรรม ค่าการวัดมาตรฐานของกระดูกต้นขา (ข้างซ้ายและขวา) จำนวนข้างละ 3 ค่า (Three standard osteometric dimensions) ได้แก่ Vertical head diameter (VHD), Midshaft circumference (MSC), Bicondylar breadth (EB) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ (stepwise discriminant analysis) เพื่อคำนวณหาสมการและร้อยละความแม่นยำในการระบุเพศของแต่ละตัวแปรในการวัด ผลการศึกษาพบว่า การรวมกันของตัวแปรที่ให้ความแม่นยำสูงสุดในการระบุเพศ คือ Vertical head diameter (VHD) และ Bicondylar breadth (EB) โดยสมการในการระบุ

* นักนิติวิทยาศาสตร์ชำนาญการ กลุ่มตรวจวิเคราะห์กระดูก สถาบันนิติวิทยาศาสตร์
Forensic Scientist Professional level, Skeleton Analysis Section, Central Institute of Forensic Science

เพศแบ่งเป็นกระดูกต้นขาข้างซ้ายและข้างขวา คือ $DS = 0.181VHDL + 0.227EBL - 24.762$ และ $DS = 0.176VHDR + 0.231EBR - 24.909$ ตามลำดับ สำหรับ Direct method การใช้ค่าการวัดตัวแปรเดียวและหลายตัวแปร (univariate and multivariate variable) พบว่า Bicondylar breadth ของกระดูกต้นขาข้างซ้าย (EBL) เป็นตัวแปรที่ดีที่สุดในการระบุเพศ (ความแม่นยำในการระบุเพศชายร้อยละ 94 และเพศหญิงร้อยละ 100) การใช้ตัวแปรการวัดทั้งสามตัวแปร (multivariate variables) พบว่าให้ความแม่นยำในการระบุเพศของกระดูกข้างซ้ายและขวาร้อยละ 97-98

คำสำคัญ: กระดูกต้นขา, สถิติการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม, การระบุเพศ, การพิสูจน์อัตลักษณ์บุคคล

■ Abstract

Sex is determined in human identity testing. Determination of sex from human skeletal remains provides crucial investigation and assists tracking of missing persons. Currently, it is reported that sex can be determined from femur by metric method. The aim of this research is to compare the differences of standard measurements between male and female femur and the sex determination of the unidentified human skeletal remains in Thailand from a total

number of 100 samples (50 males and 50 females) under the possession of the Central Institute of Forensic Science, Ministry of Justice. Three standard osteometric dimensions, the vertical head diameter (VHD), midshaft circumference (MSC) and bicondylar breadth (EB), were measured from both left and right femurs. Then, stepwise discriminant analysis was carried out to determine the equation and percentage of accuracy for each variable. Results revealed that vertical head diameter (VHD) and bicondylar breadth (EB) are the optimal combination with highest accuracy for sex diagnosis. Equations for the determination of sex from left and right femurs are $DS = 0.181VHDL + 0.227EBL - 24.762$ and $DS = 0.176VHDR + 0.231EBR - 24.909$, respectively. Direct method analysis using predetermined univariate and multivariate variables revealed that bicondylar breadth of left femur (EBL) was the best variable (94% accuracy in males and 100% accuracy in females); and the multivariate variables under all three osteometric dimensions showed 97-98% accuracy of sex determination from left and right femurs.

Keywords: Femur, Discriminant analysis, sex determination, Human Identification

■ บทนำ

เมื่อมีการค้นพบโครงกระดูกมนุษย์ สิ่งสำคัญที่สุดในงานด้านนิติมนุษยวิทยาและโบราณคดีชีววิทยา คือต้องตรวจวิเคราะห์กระดูกเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลทางชีววิทยา (biological profile) โดยข้อมูลทางชีววิทยาประกอบด้วย เพศ อายุ ส่วนสูง เชื้อชาติ อย่างไรก็ตามโครงกระดูกที่พบต้องมีการประเมินเพศก่อนเป็นอันดับแรกเพื่อนำไปสู่การประเมินอายุ เชื้อชาติ และความสูง (Bayer, 2002; Langley & Tersigni-Tarrant, 2017) การระบุเพศเป็นส่วนหนึ่งของการระบุตัวตนของมนุษย์ และถือว่าเป็นสิ่งสำคัญในทางการสืบสวนทางกฎหมาย สามารถนำไปสู่การติดตามคนหายในพื้นที่ที่พบโครงกระดูกมนุษย์นั้น ๆ ได้ต่อไป ในด้านนิติมนุษยวิทยา (forensic anthropology) การประเมินเพศแบ่งออกเป็น 2 วิธีคือ วิธีการประเมินจากรูปร่างลักษณะที่สำคัญของกระดูก (non-metric method) และการวัดค่าต่าง ๆ บนกระดูก (metric method) การประเมินเพศที่มีความแม่นยำที่สุดได้จากการดูเชิงกรานด้วยวิธีการประเมินจากรูปร่างของกระดูกเชิงกรานโดยไม่ใช้การวัด (non-Metric assessment) ด้วยระบบการให้คะแนน (scoring system) โดย Buikstra and Ubelaker (1994) และ Phenice (1969) แต่การพบซากโครงกระดูกจากสถานที่เกิดเหตุไม่เสมอไปที่จะพบกระดูกเชิงกรานหรืออาจจะพบกระดูกเชิงกรานในสภาพไม่สมบูรณ์ การวิเคราะห์จำเป็นต้องจะต้องได้รับข้อมูลมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้จากชิ้นส่วนกระดูกที่พบของโครงกระดูกที่ไม่สมบูรณ์ ดังนั้น จำเป็นต้องใช้กระดูกชิ้นอื่น ๆ เพื่อการประเมินเพศ สำหรับกลุ่มตรวจวิเคราะห์กระดูก ในปัจจุบันบ่อยครั้งที่มีการ

การรับวัตถุพยานกระดูกที่พบชิ้นส่วนกระดูกมนุษย์ที่ไม่ครบร่าง บางคดีพบเพียงกระดูกต้นขา 1 ชิ้น ซึ่งในความเป็นจริงไม่สามารถประเมินเพศจากรูปร่างของกระดูกยาว รวมทั้งกระดูกอื่น ๆ ได้ (non-metric method) อาทิ กระดูกต้นขา กระดูกต้นแขน กระดูกปลายแขนและปลายขา กระดูกไหปลาร้า กระดูกสะบัก และกระดูกข้อเท้า เป็นต้น สำหรับกระดูกต้นขาเป็นกระดูกที่มีความแข็งแรงชิ้นหนึ่งในร่างกาย บ่อยครั้งที่พบโครงกระดูกไม่ครบร่างก็จะพบกระดูกต้นขาในสภาพสมบูรณ์หรือไม่สมบูรณ์แต่ก็สามารถจะนำบางส่วนของกระดูกต้นขามาวัดเพื่อช่วยในการประเมินเพศในคดีเหล่านั้นได้ ดังนั้น กระดูกต้นขามีความเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำมาใช้ในการประเมินเพศของโครงกระดูกสภาพไม่ครบร่าง ด้วยวิธีการวัดค่าต่าง ๆ บนกระดูกต้นขา (metric method)

ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันมีการศึกษาการประเมินเพศจากกระดูกต้นขาด้วยวิธีการวัดอย่างกว้างขวาง ได้แก่ การศึกษาในกลุ่มประชากรจีน (Iskan & Ding, 1995; Wu, 1989) อินเดีย (Chatterjee et al., 2020; Purkait & Chandra, 2004) ญี่ปุ่น (Tagaya, 1987) อเมริกัน-อินเดีย (American-Indians) (Black, 1978; Duttrick & Suchey, 1986) กลุ่มยุโรป (European White) (MacLaughlin & Bruce, 1985; Trancho et al., 1997) แอฟริกัน (Africans) (Steyn & Iskan, 1998) และชาวอเมริกาเหนือผิวดำและขาว (North American blacks and Whites) (DiBennardo & Taylor, 1982; Iskan & Miller-Shaivitz, 1984) ฝรั่งเศส (Alunni-Perret, Stccini, & Quatrehomme, 2008) โปรตุเกส (Curate et al, 2017) และบัลแกเรีย (Timonov,

Fasova, Radoinova, Alexandrov, & Delev, 2014) เป็นต้น นอกจากนี้ได้มีการศึกษาวิจัยในประชากรไทยโดย King, Can, and Loth (1998) ใช้ตัวอย่างกระดูกต้นขาของศพของผู้บริจาคร่างกายให้กับภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ การวิจัยใช้ตัวอย่าง 104 ตัวอย่าง (เพศชาย N = 70, เพศหญิง N = 34) ใช้ค่าการวัดมาตรฐาน (standard femoral dimensions) จำนวน 6 ค่า โดยเลือกวัดกระดูกต้นขาข้างซ้าย และใช้การวิเคราะห์ผลด้วยสถิติการจำแนกกลุ่ม (discriminant analysis) ผลการวิจัยพบว่า จากค่าวิเคราะห์ทางสถิติจำแนก ได้สมการจำแนกกลุ่มเพศ เพื่อบอกค่าการจำแนกกลุ่มเพศ (Discriminant Score-DS) ดังนี้

$$DS = 0.3229101(\text{maximum head diameter}) + 0.1298626(\text{bicondylar breadth}) - 23.86411$$

จากการทดสอบความแม่นยำในการระบุเพศ ด้วยสถิติการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (discriminant analysis) โดยใช้วิธี stepwise method สำหรับการรวมค่า maximum head diameter และ bicondylar breadth จากสมการ พบว่า ให้ค่าความแม่นยำในการระบุเพศร้อยละ 94.2 จากการศึกษาของ King et al. (1998) ทำให้ทราบว่าค่าการวัดมาตรฐานที่สามารถจำแนกกลุ่มได้ดีที่สุด คือ maximum head diameter (vertical head diameter) และ bicondylar breadth นอกจากนี้ งานวิจัยของ King et al. ได้ทดสอบค่าความแม่นยำในการระบุเพศด้วยวิธี direct method และได้ค่า Demarking point เพื่อการระบุเพศของแต่ละค่าการวัดมาตรฐาน จำนวน 3 ค่า ที่มีค่าความ

แม่นยำสูงในการระบุเพศได้มากกว่าร้อยละ 85 ได้แก่ maximum head diameter (vertical head diameter), bicondylar breadth และ midshaft circumference ดังนั้นสำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ค่าการวัดมาตรฐานจำนวน 3 ค่า ดังกล่าวที่มีค่าความแม่นยำสูงในการระบุเพศ ได้แก่ maximum head diameter (vertical head diameter), bicondylar breadth และ midshaft circumference เพื่อทดสอบวิธีและเปรียบเทียบกับตัวอย่างของงานวิจัย King et al. และทำการวัดกระดูกต้นขาในตัวอย่างประชากรไทยในพื้นที่ที่แตกต่างกัน

■ วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างจากค่าการวัดมาตรฐานของกระดูกต้นขา ระหว่างเพศชายและหญิงในประชากรไทยในพื้นที่ที่แตกต่างกันจากตัวอย่างของคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ของ King et al. (1998) และประชากรไทยในแถบภาคกลางตอนล่าง
2. เพื่อบอกเพศจากกระดูกต้นขาของศพนิรนามในประชากรไทย

■ วิธีการวิจัย

การดำเนินการวิจัย ใช้ตัวอย่างกระดูกต้นขา ทั้งข้างซ้ายและขวาจากศพนิรนามจำนวน 100 ตัวอย่าง แบ่งเป็นตัวอย่างกระดูกต้นขาของเพศชาย จำนวน 50 ตัวอย่าง และเพศหญิง จำนวน 50 ตัวอย่าง เป็นศพโครงกระดูกศพนิรนามที่ผ่านชั้นสูตรศพของสถาบันนิติวิทยาศาสตร์ ในช่วงปี พ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ. 2560 และ

ผ่านการฝังในหลุมศพอย่างน้อย 2-7 ปี เมื่อศพผ่านการย่อยสลายตามธรรมชาติจนเหลือเพียงโครงกระดูกที่สมบูรณ์ จะมีการดำเนินการขุดศพโครงกระดูกเหล่านี้ขึ้นจากหลุม และล้างทำความสะอาด ฝังให้แห้งและจัดเก็บแต่ละโครงกระดูกภายในกล่องกระดาษ แต่ละกล่องจะมีการกำหนดหมายเลขศพที่ข้างกล่อง การวิจัยนี้เลือกตัวอย่างกระดูกต้นขาที่มีความสมบูรณ์ทั้งสองข้าง กรณีที่กระดูกต้นขาสภาพผุกร่อนหรือมีร่องรอยของโรคหรือมีการบาดเจ็บก่อนเสียชีวิตจะถูกคัดออก

โดยงานวิจัยนี้ใช้ตำแหน่งการวัดค่ามาตรฐานของกระดูกต้นขา จำนวน 3 ค่า (Three standard osteometric dimensions) ได้แก่ Vertical head diameter (VHD), Midshaft circumference (MSC) และ Bicondylar breadth (EB) โดยกำหนดตัวย่อของตัวแปรแต่ละค่าเพื่อใช้ในการคำนวณทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 1 และภาพที่ 1 แสดงตำแหน่งการวัดค่ามาตรฐานของกระดูกต้นขา

การวัด (หน่วยเป็นมิลลิเมตร) เลือกวัดกระดูกต้นขาทั้งข้างซ้ายและขวาทั้งสามค่า โดยใช้อุปกรณ์การวัดได้แก่ sliding caliper, osteometric board และ steel tape (ภาพที่ 1)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม

SPSS สถิติที่ใช้ ได้แก่ (1) สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistic) เพื่อหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ของแต่ละตำแหน่งของการวัด (2) สถิติ independent t-test และ Mann -Whitney test เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างเพศของค่าการวัด และ (3) สถิติการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (Discriminant analysis) เพื่อการจำแนกกลุ่มเพศหญิงและชายของค่าการวัด โดยคำนวณหาสมการและร้อยละความแม่นยำในการระบุเพศของแต่ละตัวแปรในการวัด แบ่งการวิเคราะห์ทางสถิติออกเป็น 2 แบบ คือ (3.1) direct method เพื่อสร้างสมการการวิเคราะห์ทั้งสามค่าการวัด และ (3.2) stepwise method เพื่อหาตัวแปรการวัดที่ดีที่สุดที่จะนำไปสร้างสมการวิเคราะห์ และเปรียบเทียบค่าความแม่นยำในการระบุเพศของแต่ละตัวแปรการวัดแบบตัวแปรเดียว (univariate variable) และตัวแปรการวัดหลายตัวแปร (multivariate variable) ของทั้งวิธี direct method และ stepwise method เพื่อหาสมการที่มีความแม่นยำที่สุดในการระบุเพศ

■ ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 ตัวแปรการวัดค่ามาตรฐาน บนกระดูกต้นขาข้างซ้ายและข้างขวา และตัวย่อของตัวแปร

ลำดับ	ตัวแปรการวัดค่ามาตรฐาน	คำบรรยาย	ตัวย่อของตัวแปรของค่าการวัดของกระดูกต้นขาข้างซ้ายและขวา
1	Vertical head diameter (VHD)	a maximum diameter of femoral head. It was measure with a sliding caliper. It measures the straighth distance between the highest and deepest points of the femoral head	VHDL หมายถึง Vertical head diameter ของกระดูกต้นขาข้างซ้าย VHDR หมายถึง Vertical head diameter ของกระดูกต้นขาข้างขวา
2	Midshaft circumference (MSC)	circumference at the midshaft, steel tape following the contour of the bone	MSCL หมายถึง Midshaft circumference ของกระดูกต้นขาข้างซ้าย MSCR หมายถึง Midshaft circumference ของกระดูกต้นขาข้างขวา
3	Bicondylar breadth (EB)	maximum width between the epicondyles	EBL หมายถึง Bicondylar breadth ของกระดูกต้นขาข้างซ้าย EBR หมายถึง Bicondylar breadth ของกระดูกต้นขาข้างขวา



(a)



(b)



(c)

ภาพที่ 1 แสดงตำแหน่งการวัดค่ามาตรฐานของกระดูกต้นขาข้างขวา: (a) Vertical head diameter (VHD), (b) Midshaft circumference (MSC) และ (c) Bicondylar breadth (EB)

สถิติเชิงพรรณนาของตัวแปรการวัดค่ามาตรฐานของกระดูกต้นขาข้างซ้ายและขวา จำนวน 3 ตำแหน่ง จำนวน 100 ตัวอย่าง เมื่อทดสอบการแจกแจงปกติด้วยสถิติทดสอบ Komogorov-Smirnov พบว่า เกือบทุกตัวแปรมีการแจกแจงแบบปกติ ยกเว้นตัวแปร Midshaft circumference ของค่าการวัดกระดูกต้นขาข้างขวา (MSCR) ในเพศชาย และเมื่อทดสอบความแตกต่างทางสถิติระหว่างเพศของค่าเฉลี่ย

ตัวแปรการวัด ด้วยสถิติ independent t-test และ Mann-Whitney test พบว่ามีความแตกต่างระหว่างเพศชายและหญิงอย่างมีนัยสำคัญทุกตัวแปร (p-Value = 0.000) ด้วยค่าความเชื่อมั่น 95% ค่า p-Value < 0.05 โดยค่าเฉลี่ยการวัดเพศชายมีขนาดใหญ่กว่าเพศหญิง แสดงดังตารางที่ 2 และแสดงค่า minimum และ maximum ของทุกค่าการวัดของตัวแปร

ตารางที่ 3 แสดงค่าความแม่นยำ และ

ตารางที่ 2 แสดงค่า Means, Standard deviations, minimum-maximum และความแตกต่างทางสถิติของค่าการวัดในเพศหญิงและเพศชาย

Variables	Female (N = 50)			Male (N = 50)			P < 0.05	P -Value
	Mean (mm.)	SD	Min-Max (mm.)	Mean (mm.)	SD	Min-Max (mm.)		
VHDL	39.3846	1.63969	35.85 – 42.94	45.5188	2.28258	41.68 – 49.98	t =15.433*	0.000
VHDR	39.4744	1.61116	36.55 – 43.65	45.6950	2.32270	41.40 – 49.46	t =15.560*	0.000
MSCL	78.310	4.3105	70.0 – 89.0	86.770	4.3404	79.0 – 96.0	t =9.779*	0.000
MSCR	78.380	4.4223	70.0 – 90.0	86.640	4.6369	78.0 – 100.0	**U=242.00	0.000
EBL	69.990	2.7414	63.0 – 75.0	80.400	3.3897	73.0 – 87.0	t =16.885*	0.000
EBR	70.300	2.6030	64.0 – 76.0	80.870	3.4917	73.5 – 88.5	t =17.162*	0.000

*t = indepent t-test **Mann-Whitney U test

ตารางที่ 3 ค่าความแม่นยำในการจำแนกเพศด้วยสถิติ Discriminant analysis สำหรับตัวแปรเดียว (univariate variable)

Variables	Demarking points (mm)	Original accuracy (%)				Cross-validation accuracy (%)			
		Male	Female	Overall	Sex bias	Male	Female	Overall	Sex bias
VHDL	Female<42.45 <Male	94.0	98.0	96.0	-4.0	94.0	98.0	96.0	-4.0
VHDR	Female<42.59 <Male	92.0	96.0	94.0	-4.0	92.0	96.0	94.0	-4.0
MSCL	Female<82.54 <Male	78.0	84.0	81.0	-6.0	78.0	84.0	81.0	-6.0
MSCR	Female<82.51 <Male	82.0	82.0	82.0	0	82.0	82.0	82.0	0
EBL	Female<75.20 <Male	94.0	100.0	97.0	-6.0	94.0	100.0	97.0	-6.0
EBR	Female<75.59 <Male	94.0	98.0	96.0	-4.0	94.0	98.0	96.0	-4.0

ค่า Demarking points ในการจำแนกเพศด้วยสถิติ Discriminant analysis สำหรับตัวแปรเดียว (univariate variable) รวมทั้งแสดงค่า sex bias โดยค่าการวัดแต่ละตัวแปรที่มากกว่าค่า Demarking points ในแต่ละคนจะจำแนกเป็นเพศชาย และค่าการวัดแต่ละตัวแปรที่น้อยกว่า Demarking points จะจำแนกเป็นเพศหญิง จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าความแม่นยำในการระบุเพศแต่ละตัวแปรของเพศชาย (original) อยู่ในช่วงร้อยละ 78–94 โดยตัวแปร VHDL, EBL, EBR มีค่าความแม่นยำในการระบุเพศชายมากที่สุด (original) คือ ร้อยละ 94 และค่าความแม่นยำในการระบุเพศแต่ละตัวแปรของเพศหญิง (original) อยู่ในช่วงร้อยละ 82–100 โดยตัวแปร VHDL, EBR, EBL มีค่าความแม่นยำในการระบุเพศหญิงสูง (original) คือ ร้อยละ 98–100 แสดงว่าตัวแปร VHDL, EBR, EBL ทั้ง 3 นี้เป็นตัวแปรที่ดีในการระบุเพศโดยตัวแปรที่ดีที่สุดในการระบุเพศชาย (ร้อยละ 94) และ

การระบุเพศหญิง (ร้อยละ 100) คือ Bicondylar breadth ของกระดูกต้นขาข้างซ้าย (EBL) สำหรับค่าความแม่นยำในการระบุเพศ แบบ Cross-validation accuracy สำหรับเพศชายอยู่ในช่วงร้อยละ 78–94 และเพศหญิง อยู่ในช่วงร้อยละ 82–100 โดยตัวแปร VHDL, EBR, EBL มีค่าความแม่นยำในการระบุเพศชายมากที่สุด และเพศหญิงสูงเหมือนกับ original accuracy และตัวแปร EBL ให้ค่าความแม่นยำมากที่สุด (cross-validation) ในการระบุเพศชาย (ร้อยละ 94) และหญิง (ร้อยละ 100) คือ ตัวแปรเดียวกับ original accuracy สำหรับตัวแปร EBL มีค่าความแม่นยำในการระบุเพศรวมสูงสุดของ Predicted group membership (ร้อยละ 97) โดยตัวแปรเดียวที่ให้ค่าความแม่นยำในการระบุเพศโดยรวม (overall) สูงถึงร้อยละ 94-96 และ 96-97 คือ Vertical head diameter (VHD) และ Bicondylar breadth (EB) ตามลำดับ

ตารางที่ 4 แสดงค่าความแม่นยำในการ

ตารางที่ 4 ค่าความแม่นยำในการจำแนกเพศด้วยสถิติ Discriminant analysis สำหรับหลายตัวแปร (multivariate variable), Canonical Discriminant Function Coefficients และ Group Centroids

Functions	Variables	Canonical Discriminant Function Coefficients	Group Centroids	Wilk's lambda	Original accuracy (%)				Cross-validation accuracy (%)			
					Male	Female	Overall	Sex bias	Male	Female	Overall	Sex bias
1. All 3 variables (Left side)	VHDL MSCL EBL (Constant)	0.179 0.003 0.226 -24.836	M = 1.737 F = -1.737	0.245	96.0	100.0	98.0	-4.0	96.0	100.0	98.0	-4.0
2. All 3 variables (Right side)	VDHR MSCR EBR (Constant)	0.175 0.001 0.230 -24.937	M = 1.765 F = -1.765	0.239	94.0	100.0	97.0	-4.0	94.0	100.0	97.0	-4.0
3. Stepwise variables (Left side)	VDHL EBL (Constant)	0.181 0.227 -24.762	M = 1.737 F = -1.737	0.245	96.0	100.0	98.0	-4.0	96.0	100.0	98.0	-4.0
4. Stepwise variables (Right side)	VDHR EBR (Constant)	0.176 0.231 -24.909	M = 1.765 F = -1.765	0.239	94.0	100.0	97.0	-4.0	94.0	100.0	97.0	-4.0

จำแนกเพศด้วยสถิติ Discriminant analysis สำหรับหลายตัวแปร (multivariate variables) ประกอบด้วยค่า Canonical Discriminant Function Coefficients และ Group Centroids, Wilk's lambda, accuracy rates, และค่า sex bias สำหรับการรวมตัวแปรค่าการวัดมาตรฐานของกระดูกต้นขาซึ่งแยกเป็นข้างซ้ายและข้างขวาเพื่อให้ได้สมการในการระบุเพศสำหรับกระดูกต้นขาข้างซ้ายและข้างขวาแบบวิธี (1) direct method และวิธี (2) stepwise method โดยการสร้างสมการเพื่อจำแนกเพศเพื่อคำนวณค่า discriminant score (DS) ในสมการของ Function 1-4 อธิบายได้ดังนี้ การสร้างสมการแต่ละ Function ตามตารางที่ 4 ได้จากค่า Canonical Discriminant Function Coefficients และค่า discriminant score (DS) ที่ได้จากสมการ นำมาจำแนกเพศ โดยสามารถ

จำแนกเพศได้จากค่า Group Centroids จากตารางที่ 4 ค่า Group Centroids มีความแตกต่างกันในระหว่างที่เท่ากันนั้นเกิดจากการใช้ตัวอย่างของกระดูกต้นขาเพศชายและเพศหญิงในการวิจัยเท่ากัน (อย่างละ 50 ตัวอย่าง) ดังนั้นการจำแนกเพศชายและหญิง สามารถจำแนกได้จากค่า sectioning points คือ 0 ถ้า discriminant score (DS) ของแต่ละคนได้ค่ามากกว่า 0 จะถูกจำแนกเป็นเพศชาย และถ้าค่า discriminant score น้อยกว่า 0 จะถูกจำแนกเป็นเพศหญิง สำหรับกลุ่ม original ค่าความแม่นยำในการระบุเพศแบบการรวมตัวแปรแบบวิธี direct method (Functions 1-2) อยู่ในช่วงร้อยละ 94-96 สำหรับเพศชายและค่าความแม่นยำในการระบุเพศหญิงอยู่ในช่วงร้อยละ 100 และกลุ่ม cross-validation ค่าความแม่นยำในการระบุเพศชาย อยู่ในช่วงร้อยละ 94-96 และในเพศหญิง อยู่ในช่วงร้อยละ

100 ซึ่งร้อยละความแม่นยำในการระบุเพศของกลุ่ม original เท่ากับกลุ่ม cross-validation

สำหรับกลุ่ม original ค่าความแม่นยำในการระบุเพศแบบการรวมตัวแปรแบบวิธี stepwise method (Functions 3-4) โดยการวิเคราะห์ทางสถิติจะหาตัวแปรที่ดีที่สุดเพื่อสร้างสมการคือตัวแปร VHD และ EB ของกระดูกต้นขาข้างซ้ายและข้างขวา สำหรับค่าความแม่นยำในการระบุเพศชายอยู่ในช่วงร้อยละ 94-96 และเพศหญิงอยู่ในช่วงร้อยละ 100 และกลุ่ม cross-validation ค่าความแม่นยำในการระบุเพศชาย อยู่ในช่วงร้อยละ 94-96 และในเพศหญิง อยู่ในช่วงร้อยละ 100 ซึ่งร้อยละความแม่นยำในการระบุเพศของกลุ่ม original เท่ากับกลุ่ม cross-validation

สำหรับ Function 1 ประกอบด้วยการรวมของสามตัวแปรสำหรับกระดูกต้นขาข้างซ้าย สมการในการระบุเพศคือ $0.179VHDL + 0.003MSCL + 0.226EBL - 24.836$ (Female < Sectioning point (0) < Male) ให้ค่าความแม่นยำในการระบุเพศรวม (overall) คือร้อยละ 98 สำหรับกลุ่ม original และกลุ่ม cross-validation เท่ากัน

สำหรับ Function 2 ประกอบด้วยการรวมของสามตัวแปรสำหรับกระดูกต้นขาข้างขวา สมการในการระบุเพศคือ $0.175VHDR + 0.001MSCR + 0.230EBR - 24.937$ (Female < Sectioning point (0) < Male) ให้ค่าความแม่นยำในการระบุเพศรวม (overall) คือร้อยละ 97 สำหรับกลุ่ม original และกลุ่ม cross-validation เท่ากัน

สำหรับ Function 3 ประกอบด้วยการรวมของสองตัวแปรสำหรับกระดูกต้นขาข้างซ้าย สมการในการระบุเพศคือ $0.181VHDL + 0.227EBL$

-24.762 (Female < Sectioning point (0) < Male) ให้ค่าความแม่นยำในการระบุเพศรวม (overall) คือ ร้อยละ 98 สำหรับกลุ่ม original และกลุ่ม cross-validation เท่ากัน

สำหรับ Function 4 ประกอบด้วยการรวมของสองตัวแปรสำหรับกระดูกต้นขาข้างขวา สมการในการระบุเพศ คือ $0.176VHDR + 0.231EBR - 24.909$ (Female < Sectioning point (0) < Male) ให้ค่าความแม่นยำในการระบุเพศรวม (overall) คือ ร้อยละ 97 สำหรับกลุ่ม original และกลุ่ม cross-validation เท่ากัน โดยการระบุเพศของ Function 1-4 จะจำแนกเพศจากค่า discriminant score ถ้าแทนค่าการวัดของแต่ละตัวแปรรวมกันและลบด้วยค่าคงที่ได้ค่า discriminant score มากกว่า 0 จะถูกจำแนกเป็นเพศชาย ถ้าค่า discriminant score น้อยกว่า 0 จะถูกจำแนกเป็นเพศหญิง ค่าร้อยละความแม่นยำในการระบุเพศรวมของ Function 1-4 อยู่ในช่วงร้อยละที่สูงถึง 97-98 ซึ่งบ่งชี้ว่าสมการของทั้ง Function 1-4 เป็นการรวมตัวแปรที่ดีในการระบุเพศ

■ วิจัย

สำหรับการระบุเพศจากโครงกระดูกสมบูรณ์ จะเลือกใช้กระดูกเชิงกรานและกะโหลกศีรษะ เพราะสามารถให้ค่าความแม่นยำในการระบุเพศถึงร้อยละ 100 (Duric, Rakocevic, & Donic, 2005) ซึ่งในความเป็นจริงความแตกต่างของลักษณะทางกายภาพของกระดูกเชิงกรานสามารถให้ค่าความแม่นยำในการระบุเพศถึงร้อยละ 100 (Duric' et al., 2005) แต่กรณีที่พบโครงกระดูกไม่สมบูรณ์หรือพบเพียงบางชิ้น

หรือสภาพกระดูกเชิงกราน หรือกะโหลกศีรษะ แตกหักเสียหายไม่สามารถใช้ในการระบุเพศได้ การตรวจวิเคราะห์กระดูกจำเป็นต้องใช้กระดูกชิ้นอื่นที่พบ จากการศึกษาเลือกใช้กระดูกต้นขาเพื่อการระบุเพศหากไม่พบกระดูกเชิงกรานและกะโหลกศีรษะ เนื่องจากกระดูกต้นขามีความแข็งแรงจากลักษณะทางกายภาพเพื่อรองรับน้ำหนักของร่างกายและบ่อยครั้งที่พบกระดูกต้นขาในสถานที่เกิดเหตุและพบในกรณีศพสภาพไม่ครบร่าง ซึ่งการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้ค่าการวัดมาตรฐาน จำนวน 3 ตำแหน่ง ได้แก่ vertical head diameter, bicondylar breadth และ midshaft circumference ซึ่งเป็นค่าการวัดที่ให้ค่าความแม่นยำรวมสูงที่สุดในการระบุเพศ (overall) (ร้อยละ 85.6-93.3) ในกลุ่มตัวอย่างประชากรไทย จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (King et al., 1998) ดังนั้นการศึกษานี้จึงเลือกใช้ค่าการวัดมาตรฐาน 3 ตำแหน่ง ในการวิจัยกับกลุ่มประชากรไทยในแถบภาคกลางเพื่อเปรียบเทียบกับ การวิจัยของ King et al. 1998 และทดสอบความแม่นยำในการระบุเพศของค่าการวัดมาตรฐานของ 3 ตัวแปรเพื่อนำค่าการวัดมาตรฐานที่ได้จากการวิจัยมาใช้ในการระบุเพศในห้องปฏิบัติการซึ่งการจะนำตัวแปรที่ได้จากการวิจัยมาใช้ต้องผ่านวิธี validation method จากสถิติเชิงพรรณนาแสดงดังตารางที่ 2 พบว่า ตัวแปรการวัดทั้งหมด 6 ตัวแปร โดยแยกออกเป็นตัวแปรของกระดูกต้นขาข้างซ้าย 3 ตัวแปร (VHDL, MSCL, EBL) และข้างขวา 3 ตัวแปร (VHDR, MSCR, EBR) ค่าเฉลี่ยขนาดของกระดูกต้นขาทุกตัวแปรเพศชายมีขนาดใหญ่กว่าเพศหญิง แสดงให้เห็นได้ว่าสามารถนำความแตกต่างของค่าตัวแปรทุกตัวแปรนี้

เพื่อใช้ในการจำแนกกระดูกต้นขาเพศชายและเพศหญิงได้ และพบว่ากับค่าเฉลี่ยขนาดของกระดูกต้นขาข้างซ้ายของตัวแปรทั้งสามตัวแปรกับการศึกษาในประชากรไทยแถบภาคเหนือ (King et al., 1998) มีความแตกต่างกันเล็กน้อยในตัวแปร Vertical head diameter และ Bicondylar breadth แต่แตกต่างกันค่อนข้างมากในตัวแปร Midshaft circumference ซึ่งความแตกต่างของค่าเฉลี่ยขนาดของทั้งสามตัวแปรทำให้ได้ค่า Demarking points ของตัวแปรการวัดตัวแปรเดียวที่แตกต่างกันระหว่างประชากรไทยจากการศึกษาของ King et al. (1998) และ Monum et al. (2007) ซึ่งเป็นตัวอย่างกระดูกต้นขาของคนไทยแถบภาคเหนือและกระดูกต้นขาของคนไทยในแถบภาคกลาง จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการเลือกใช้ค่าตัวแปรการวัดมาตรฐานทั้งสามค่า (Vertical head diameter, Midshaft circumference และ Bicondylar breadth) ควรเลือกใช้แต่ละค่าตัวแปรให้สอดคล้องกับกลุ่มประชากรไทยในแต่ละพื้นที่ การใช้ตัวแปรการวัดตัวแปรเดียว (univariate variable) ความสามารถในการระบุเพศมีความแม่นยำแตกต่างกันเล็กน้อยในตัวแปร Vertical head diameter และ Bicondylar breadth ของกระดูกต้นขาข้างซ้ายและข้างขวา และค่าความแม่นยำในการระบุเพศของทั้งสองตัวแปรดังกล่าว แตกต่างมากกับตัวแปร Midshaft circumference ซึ่งตัวแปร MSCL และ MSCR ให้ค่าความแม่นยำในการระบุเพศรวม (ร้อยละ 81-82) น้อยกว่า VHDL, VHDR, EBL และ EBR (ร้อยละ 94-97) การใช้ตัวแปรการวัดตัวแปรเดียวที่ให้ค่าความแม่นยำในการระบุเพศรวมมากที่สุดคือ EBL (ร้อยละ 97) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ

King et al. (1998) และ Monum et al. (2007) ดังนั้น ตัวแปรการวัดตัวแปรเดียวที่สามารถใช้ในการระบุเพศได้ดีของกระดูกต้นขาในประชากรไทย คือ Bicondylar breadth (EB)

การใช้ ตัวแปรการวัดหลายตัวแปร (multivariate variable) ด้วย Discriminant analysis ดังตารางที่ 4 พบว่า การใช้วิธี stepwise method เพื่อให้ได้ค่าตัวแปรที่ดีที่สุดในการสร้างสมการที่ใช้ในการระบุเพศ โดยจะเห็นได้ว่าค่า Wilk's lambda ของ Function 3-4 มีค่าต่ำ (0.245 และ 0.239) แสดงว่าสมการที่ได้สามารถจำแนกเพศชายและหญิงได้ดี ซึ่งตัวแปรที่ได้จากวิธี stepwise method สอดคล้องกับ ผลการศึกษาการจำแนกเพศจากกระดูกต้นขาในประชากรไทยแถบภาคเหนือ (King et al., 1998) ด้วยค่าความแม่นยำในการระบุเพศที่สูงกว่าร้อยละ 94 ดังนั้น ตัวแปรการวัดหลายตัวแปรที่สามารถใช้ในการระบุเพศได้ดีของกระดูกต้นขาในประชากรไทยจากวิธี stepwise method คือ Vertical head diameter และ Bicondylar breadth

การใช้ตัวแปรการวัดตัวแปรเดียวที่มีค่าความแม่นยำในการระบุเพศสูงเป็นประโยชน์ในการระบุเพศจากกระดูกต้นขาที่มีสภาพไม่สมบูรณ์ เช่น แตกหัก แต่ยังคงเหลือบางส่วนที่มีตำแหน่งสำคัญที่สามารถวัดค่ามาตรฐานของกระดูกต้นขาได้เพื่อนำไปสู่การระบุเพศ

การวัดค่ามาตรฐานทั้ง 3 ตัวแปรที่กล่าวมาเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยขนาดของแต่ละเชื้อชาติ เช่น กลุ่มประชากร Chinese, South African, American whites และ American blacks กับกลุ่มประชากรไทย พบว่ามีความแตกต่างกัน โดยคนเอเชียจะมีค่าเฉลี่ยตัวแปรการวัดทุกค่า

ที่ใกล้เคียงกัน ในขณะที่คนเอเชียจะมีค่าเฉลี่ยทุกค่าตัวแปรการวัดที่น้อยกว่า ชาวแอฟริกาใต้ (South African) และชาวอเมริกันผิวขาวและผิวดำ (American whites) และ (American blacks) (King et al., 1998) ดังนั้น สมการที่ใช้ในการจำแนกเพศจึงมีความเฉพาะของแต่ละเชื้อชาติ

สรุป

การเปรียบเทียบความแตกต่างในการระบุเพศจากการกระดูกต้นขาของกลุ่มตัวอย่างประชากรไทย แถบภาคกลาง โดยใช้ตัวแปรการวัด 3 ตัวแปร ได้แก่ Vertical head diameter (VHD), Midshaft circumference (MSC) และ Bicondylar breadth (EB) ด้วยสถิติ Discriminant analysis พบว่า ตัวแปรการวัดตัวแปรเดียว (univariate variable) ที่ให้ความแม่นยำในการระบุเพศสูงที่สุดคือ Bicondylar breadth (EB) และตัวแปรการวัดหลายตัวแปร (multivariate variable) ใช้วิธี stepwise method เป็นสถิติการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มเพื่อหาตัวแปรที่ดีที่สุดที่จะนำไปสร้างสมการวิเคราะห์พบว่า ตัวแปรที่ให้ความแม่นยำสูงสุดในการระบุเพศ คือ Vertical head diameter (VHD) และ Bicondylar breadth (EB) และสมการในการระบุเพศโดยแบ่งเป็นกระดูกต้นขาข้างซ้ายและข้างขวา คือ $DS = 0.181VDHL + 0.227EBL - 24.762$ และ $DS = 0.176VDHR + 0.231EBR - 24.909$ ตามลำดับ โดยให้ค่าความแม่นยำในการระบุเพศร้อยละ 97-98

การระบุเพศจากกระดูกต้นขาจากค่าการวัดมาตรฐานทั้งสามค่าของกลุ่มประชากรในพื้นที่ที่แตกต่างกันพบว่ามีค่าเฉลี่ยการวัดที่แตกต่างกัน ดังนั้นควรเลือกใช้สมการที่เหมาะสม

เฉพาะกลุ่มประชากรในการระบุเพศจากกระดูก ต้นขาของศพโครงกระดูก

■ บรรณานุกรม

- Alunni-Perret, V., Staccini, P., & Quatrehomme, G. (2008). Sex determination from the distal part of the femur in a French contemporary population. *Forensic Sci. Int*, 175, 113-117.
- Bayer, S. T. (2002). *Introduction to forensic anthropology a textbook*. Boston: A Pearson Education Company.
- Black, T.K. (1978). A new method for assessing the sex of fragmentary skeletal remains: femoral shaft circumference. *Am J Phys Anthropol*, 48, 227-232.
- Buikstra, J. E., Ubelaker, D. H. (1994). *Standards for Data Collection from Human Skeletal Remains: Proceedings of a Seminar at the Field Museum of Natural History, Organized by Jonathan Haas*. Arkansas Archeological Survey Research Series. No. 44. Fayetteville, Arkansas.
- Curate, F., Umbelino, C., Perinha, A., Nogueira, C., Silva, A.M., Cunha, E. (2017). Sex determination from the femur in Portuguese populations with classical and machine- learning classifiers. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, (), S1752928X17301257-.doi:10.1016/j.jflm.2017.08.011
- Chatterjee, P.M., Krishan, K., Singh, R.K., & Kanchan, T. (2020). Sex estimation from the femur using discriminant function analysis in a Central Indian population. *Med Sci Law*, 60(2):112-121. doi: 10.1177/0025802419900576. Epub 2020 Feb 12.
- Dittrick, J., & Suchey, J. M. (1986). Sex determination of prehistoric central California skeletal remains using discriminant analysis of the femur and humerus. *Am J Phys Anthropol*, May; 70(1), 3-9.
- DiBennardo, R., & Taylor, J. V. (1982). Classification and misclassification in sexing the black femur by discriminant function analysis. *Am J Phys Anthropol*, 58(2), 145-51.
- Duric', M., Rakocevic', Z., & Donic', D. (2005). The reliability of sex determination of skeletons from forensic context in the Balkans. *Forensic Sci Int*, 147, 159-164.
- Iskan, M. Y., & Miller-Shaivitz, P. (1984). Determination of sex from the femur in blacks and whites. *Coll Antropol*, 8(2), 169-75.
- Iskan, M. Y., & Ding, S. (1995). Sexual dimorphism in the Chinese femur. *Forensic Sci Int*, 74, 79-87.
- King, C. A., Can, M. Y., Loth, S .R. (1998). Metric and comparative analysis of sexual dimorphism in the *Thai femur*. *Journal of Forensic Science*, 43(5), 954-8.
- Langley, N. R., Tersigni-Tarrant, MT. A. (2017).

- Forensic anthropology—A comprehensive introduction* (2nd edition). CRC Press Taylor & Francis Group.
- MacLaughlin, S. M., Bruce, M. F. (1985). A simple univariate technique for determining sex from fragmentary femora: its application to a Scottish short cist population. *Am J Phys Anthropol* 67, 413–417.
- Monum, T., Prasitwattanseree, S., Das, S., Siriphimolwat, P., & Mahakkanukrauh, P. (2017). Sex estimation by femur in modern Thai population. *Clin Ter* 168(3), e203-207. doi: 10.7417/T.2017.2007
- Phenice, T. W. (1969). A newly developed visual method of sexing the os pubis. *Am J Phys Anthropol*, 30(2), 297-301. doi: 10.1002/ajpa.1330300214
- Purkait, R., & Chandra, H. (2004). A study of sexual variation in Indian femur. *Forensic Sci Int*, 146, 25-33.
- Steyn, M., Iscan, M. Y. (1998). Sex determination from the femur and tibia in South African Whites. *Forensic Sci Int*, 90(2), 111-9.
- Tagaya, A. (1987). Interpopulation variation of sex differences: an analysis of the extremity long bone measurement of Japanese. *J Anthropol Soc Nippon*, 95(1), 45-76.
- Taylor, J. V., & DiBennardo, R. (1982). Determination of sex of white femora by discriminant function analysis forensic science applications. *J Forensic Sci*, 27(2), 417-23.
- Timonov, P., Fasova, A., Radoinova, D., Alexandrov, A., & Delev, D. (2014). A study of sexual dimorphism in the femur among contemporary Bulgarian population. *Euras. J. Anthropol*, 5, 46-53.
- Trancho, G., Robledo, B., Lo´pez-Bueis, I., Sa´nchez, J. A. (1997). Sexual determination of the femur using discriminant functions analysis of a Spanish population of known sex and age. *J Forensic Sci*, 42(2), 181-185.
- Wu, L. (1989). Sex determination of Chinese femur by discriminant function. *J Forensic Sci*, 34(5), 1222-7.

