



การทำนายความสูงและเพศจากขนาดของกระดูกไหปลาร้า กระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 กระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ในประชากรไทยโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ แผนก ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2561

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การทำนายความสูงและเพศจากขนาดของกระดูกไหปลาร้า กระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 กระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ในประชากรไทยโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล



โดย  
นาวาโทหญิงศิรินทร์ อินทโชติ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ แผนก ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
ปีการศึกษา 2561  
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

PREDICTION OF STATURE AND SEX FROM DIMENSIONS OF CLAVICLE,  
THORACIC VERTEBRAE 6<sup>TH</sup>-12<sup>TH</sup> AND LUMBAR VERTEBRAE 1<sup>ST</sup>-4<sup>TH</sup> IN THAI  
POPULATION USING DATA MINING TECHNIQUES



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for Master of Science (FORENSIC SCIENCE)  
Graduate School, Silpakorn University  
Academic Year 2018  
Copyright of Graduate School, Silpakorn University

หัวข้อ	การทำนายความสูงและเพศจากขนาดของกระดูกไหปลาร้า กระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 กระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ใน ประชากรไทยโดยใช้เทคนิคเหมือนข้อมูล
โดย	ศิขริน อินทโชติ
สาขาวิชา	นิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอก ดร. นพรุจ ศักดิ์ศิริ

---

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)

พิจารณาเห็นชอบโดย

..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอก พงษ์พิชญ ภัคดีณรงค์ )

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก  
(รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอก ดร. นพรุจ ศักดิ์ศิริ )

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุนีย์ พงษ์พินิจภิญโญ )

..... ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พันตำรวจเอก ดร. สฤณี สืบพงษ์ศิริ )

57312306 : นิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโทบัณฑิต

คำสำคัญ : การทำนายความสูงและเพศ, เทคนิคเหมืองข้อมูล

นาวาโทหญิง ศิขริน อินทโชติ: การทำนายความสูงและเพศจากขนาดของกระดูกไหปลาร้า กระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 กระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ในประชากรไทยโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอก ดร. นพรุจ ศักดิ์ศิริ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) ทำนายความสูงและเพศจากขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล 2) ทำนายความสูงจากขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 3) เปรียบเทียบผลการทำนายความสูงจากขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ระหว่างเทคนิคเหมืองข้อมูลกับโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นภาพถ่ายทางรังสีบริเวณกระดูกไหปลาร้า กระดูกสันหลังของผู้รับการตรวจวินิจฉัยที่แผนกรังสีวิทยา โรงพยาบาลสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดชลบุรี จำนวน 400 ราย ตั้งแต่เดือน มีนาคม พ.ศ. 2545 - เดือน สิงหาคม 2560 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ โปรแกรมวัดขนาดสัดส่วนของระบบบริหารจัดการภาพถ่ายทางการแพทย์ในรูปแบบดิจิทัล, Software RapidMiner Studio, Program SPSS การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยวิธีวัดระยะขนาดสัดส่วนกระดูก 41 ระยะ และคำนวณพื้นที่ผิว 11 พื้นที่ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงบรรยาย, เทคนิคเหมืองข้อมูล, สมการถดถอยทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) โมเดลที่สร้างจาก เทคนิคเหมืองข้อมูลสามารถจำแนกข้อมูลทางเพศได้แม่นยำที่สุดเรียงตามลำดับมาก-น้อย ดังนี้ เทคนิค Decision tree, Supportive vector machine, Logistic regression มีค่าความถูกต้อง 84.50%, 83.00%, 82.75% ส่วนโมเดลที่สร้างจากเทคนิคเหมืองข้อมูลสามารถประมาณค่าข้อมูลทางความสูง มีความแม่นยำเรียงตามลำดับมาก-น้อย ดังนี้ เทคนิค Linear regression, Decision tree มีค่ารากที่สองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง 1.853, 1.985 2) โมเดลที่สร้างจากสมการถดถอย Linear regression สามารถทำนายความสูงได้ร้อยละ 96.4 มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์เท่ากับ 1.79706 3) สมการ Linear regression ที่สร้างจากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS มีค่ามาตรฐานความคลาดเคลื่อน 1.79706 เป็นค่าที่น้อยกว่าแสดงถึงความแม่นยำที่มากกว่า อีกทั้งสมการถดถอยมีจำนวนตัวแปรที่ร่วมกันทำนายความสูงน้อยกว่า (9 ตัวแปร) โดยโมเดล Linear regression ที่สร้างจาก Software RapidMiner Studio มีค่ารากที่สองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง 1.853 และมีจำนวนตัวแปรที่ร่วมกันทำนายความสูงทั้งหมด 10 ตัวแปร

57312306 : Major (FORENSIC SCIENCE)

Keyword : PREDICTION OF STATURE AND SEX, DATAMINING

COMMANDER SIKHARIN INTACHOTI : PREDICTION OF STATURE AND SEX FROM DIMENSIONS OF CLAVICLE, THORACIC VERTEBRAE 6<sup>TH</sup>-12<sup>TH</sup> AND LUMBAR VERTEBRAE 1<sup>ST</sup>-4<sup>TH</sup> IN THAI POPULATION USING DATA MINING TECHNIQUES THESIS ADVISOR : ASSOCIATE PROFESSOR POLICE COLONEL NOPARUJ SAKSIRI, Ph.D.

The purposes of this research is to 1) to predict the stature and sex from dimensions of Clavicle, Thoracic vertebrae 6<sup>th</sup>-12<sup>th</sup> and Lumbar vertebrae 1<sup>st</sup>-4<sup>th</sup> in Thai population using the Damining technique. 2) to predict the stature from dimensions of Clavicle, Thoracic vertebrae 6<sup>th</sup>-12<sup>th</sup> and Lumbar vertebrae 1<sup>st</sup>-4<sup>th</sup> in using SPSS program. 3) compare the results of the predictions of stature from dimensions of Clavicle, Thoracic vertebrae 6<sup>th</sup>-12<sup>th</sup> and Lumbar vertebrae 1<sup>st</sup>-4<sup>th</sup> between Data mining techniques and SPSS program. This research is an experimental research. The samples used as radiographic images of the Clavicle and Thoracolumbar vertebrae from the patients who investigated at the radiology department of Queen Sirikit hospital. A total of 400 volunteers since March 2009 - August 2017. The instrument used in this research was a measuring program of the image management system, Software RapidMiner Studio, Program SPSS. Data collection by measuring total number 41 distrains and 11 surface areas were calculated. Data were analyzed using descriptive statistics, data mining techniques, mathematical equations. Research results showed that 1) models created from Data mining techniques can identify the most accurate sex data in the order of the least - as follows: Decision Tree, Suportive Vector Machine, Logistic Regression Technique with 84.50%, 83.00%, 82.75% accuracy. Estimate the stature data with the accuracy in descending order as follows: Linear Regression Technique, Decision Tree with root mean squared error 1.853, 1.985 2) Linear Regression equations can predict the stature of 96.4 percent with standard error values as 1.79706 3) Linear Regression equations generated from the SPSS program have a standard error of 1.79706, which is less than that, indicating greater accuracy. In addition, Linear regression has a number of variables 9 variables. The Linear Regression model created from Software RapidMiner Studio has root mean square error 1.853 and has a number of variables 10 variables.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอก ดร.นพรุจ ศักดิ์ศิริ และรองศาสตราจารย์ ดร. สุนีย์ พงษ์พินิจภิญโญ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้ความช่วยเหลือ และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้วิจัย รวมทั้งรองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอก พงษ์พิชญ ภัคตีณรงค์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ พันตำรวจเอก ดร.สฤชต์ สืบพงษ์ศิริ ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัย ส่งผลให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาของท่านเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์สาขานิติวิทยาศาสตร์ทุกท่านที่ให้ความรู้ ให้คำแนะนำ และประสบการณ์อันมีค่าแก่ผู้วิจัย ขอขอบพระคุณเจ้าของหนังสือ วารสาร เอกสาร และวิทยานิพนธ์ ทุกเล่มที่ช่วยให้วิทยานิพนธ์มีความสมบูรณ์ ขอขอบคุณพี่ๆ น้องๆ เพื่อนๆ ขาวนิตินิติวิทยาศาสตร์ ที่ให้คำแนะนำและกำลังใจตลอดมา

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร บุคลากร ผู้รับบริการของโรงพยาบาลสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ ที่ให้ความกรุณาอย่างยิ่งในการเก็บข้อมูลการวิจัย ส่งผลให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าหรือประโยชน์อันเกิดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอน้อมบูชาแต่พระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ที่อบรมสั่งสอน แนะนำ ให้การสนับสนุน และให้กำลังใจอย่างดียิ่งเสมอมา

ศิขริน อินทโชติ

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	14
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	14
1.2 วัตถุประสงค์.....	19
1.3 คำถามวิจัย.....	19
1.4 ขอบเขตงานวิจัย.....	19
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	23
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	24
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	26
2.1 แนวคิดและทฤษฎีทาง Forensic.....	26
2.2 แนวคิดและทฤษฎีทางกายวิภาคศาสตร์.....	33
2.3 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับภาพถ่ายรังสีเอกซเรย์ทางการแพทย์.....	53
2.4 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับเหมืองข้อมูล.....	55
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	61
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	83
3.1 วิธีและขั้นตอนการวิจัย.....	83



ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาแนวคิดทฤษฎี และผลงานวิจัยทาง Forensic science, ทางกายวิภาคศาสตร์	83
ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนการทดลอง	92
ขั้นตอนที่ 5 ขั้นตอนการนำเสนอรายงานการวิจัย	99
บทที่ 4 ผลการดำเนินการวิจัย	100
4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของตัวแปรประเภท ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า ด้วย Software RapidMiner Studio	102
4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจำแนกข้อมูลทางเพศ จากขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า โดยเทคนิคเหมือง ข้อมูล ได้แก่เทคนิค Decision tree, Supportive vector machine, Logistic Regression ที่ผ่านการคัดเลือก Attribute	109
4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประมาณค่าข้อมูลทางความสูงจากขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า โดยสมการ Linear regression ที่ผ่านการคัดเลือก Attribute	120
4.4 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลการประมาณค่าข้อมูลทางความสูงระหว่างโมเดลที่สร้าง จากเทคนิค Linear regression กับสมการถดถอยทางคณิตศาสตร์ที่วิเคราะห์จากโปรแกรม สำเร็จรูป	123
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	128
5.1 สรุปผลการวิจัย	128
5.2 การอภิปรายผล	130
5.3 ข้อเสนอแนะ	132
รายการอ้างอิง	135
ประวัติผู้เขียน	142

## สารบัญตาราง

### หน้า

ตารางที่ 1	สรุปผลการคัดเลือกตัวแปรของผู้วิจัยจากการทบทวนวรรณกรรมของ Wei Bin Hou...	65
ตารางที่ 2	สรุปการคัดเลือกตัวแปรของผู้วิจัยจากการทบทวนวรรณกรรมของ Vasiriki A. Papaioannou .....	67
ตารางที่ 3	แสดงผลการคัดเลือกตัวแปรของผู้วิจัยจากการทบทวนวรรณกรรมของ Fatma M.M. Badr Dine.....	69
ตารางที่ 4	ผลการคัดเลือกตัวแปรจากการทบทวนวรรณกรรมของ Miroslav Králík .....	71
ตารางที่ 5	สรุปประเด็นที่ศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคัดเลือกตัวแปรที่สามารถวัดได้จาก ภาพถ่ายรังสีเอกซเรย์ .....	81
ตารางที่ 6	การแบ่งข้อมูลเพศ .....	92
ตารางที่ 7	รายละเอียดของแต่ละ Attribute .....	93
ตารางที่ 8	แสดง Confusion matrix.....	96
ตารางที่ 9	ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบน ของขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนระดับเอวที่ 1-4 ขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้าของเพศชาย.....	102
ตารางที่ 10	ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบน ของขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า สำหรับเพศหญิง.....	104
ตารางที่ 11	ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบน ของขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้าของทั้งสองเพศ .....	106
ตารางที่ 12	ผลการจำแนกข้อมูลทางเพศด้วยโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Decision tree.....	109
ตารางที่ 13	ผลการจำแนกข้อมูลทางเพศด้วยโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Supportive vector machine .....	110
ตารางที่ 14	ผลการจำแนกข้อมูลทางเพศด้วยโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Logistic regression.....	112
ตารางที่ 15	ผลการประมาณค่าข้อมูลทางความสูงด้วยโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Decision tree .....	114

ตารางที่ 16 ผลการประมาณค่าข้อมูลทางความสูงด้วยโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Linear regression โดยผ่านการคัดเลือก Attribute แบบ Forward selection.....	117
ตารางที่ 17 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอย .....	120
ตารางที่ 18 Coefficients จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS .....	122
ตารางที่ 19 เปรียบเทียบผลการจำแนกข้อมูลทางเพศ ด้วยเทคนิค DFA กับ DT, SVM, Logistic regression.....	124
ตารางที่ 20 เปรียบเทียบผลการจำแนกข้อมูลทางเพศ ด้วยเทคนิค Multiple regression analysis กับ DT, SVM, Logistic regression .....	125
ตารางที่ 21 เปรียบเทียบผลการจำแนกข้อมูลทางเพศด้วยเทคนิค LDA, DT, SVM และ Logistic regression.....	126
ตารางที่ 22 เปรียบเทียบผลการประมาณค่าข้อมูลทางความสูงด้วยเทคนิค LDA, DT และ GLM.	126
ตารางที่ 23 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	127



## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 ขอบเขตการวิจัย.....	22
ภาพที่ 2 ระนาบทางกายวิภาคศาสตร์.....	28
ภาพที่ 3 ตำแหน่งทางกายวิภาคที่ใช้ในการวัดสัดส่วนร่างกาย.....	29
ภาพที่ 4 กายวิภาคศาสตร์ของ Vertebral column.....	34
ภาพที่ 5 กายวิภาคศาสตร์โดยทั่วไปของกระดูกสันหลัง เมื่อมองจากทางด้านบน.....	35
ภาพที่ 6 กายวิภาคศาสตร์ของกระดูกสันหลังระดับอก, ระดับเอว .....	36
ภาพที่ 7 กายวิภาคศาสตร์ของกระดูก Clavicle .....	37
ภาพที่ 8 ความผิดปกติของกระดูกจากภาวะขาด Growth hormone และ Thyroid hormone..	40
ภาพที่ 9 ความผิดปกติของกระดูก จากภาวะฮอร์โมนของต่อมหมวกไต กลุ่มกลูโคคอร์ติคอยด์ออกฤทธิ์มากกว่าปกติ .....	41
ภาพที่ 10 ความผิดปกติของกระดูก จากความผิดปกติของโครโมโซม ในกลุ่มอาการ Down's syndrome .....	43
ภาพที่ 11 ความผิดปกติของกระดูก จากยีนที่มีลักษณะด้อยออโตโซมัล ได้แก่ โรคทาลัสซีเมีย.....	43
ภาพที่ 12 ความผิดปกติของกระดูกในการเจริญเติบโต เนื่องจากภาวะขาดสารอาหาร.....	44
ภาพที่ 13 ความผิดปกติจากภาวะขาดสารอาหารประเภทโปรตีนชนิด Kwashiorkor.....	45
ภาพที่ 14 ความผิดปกติของกระดูกที่มีภาวะกระดูกอ่อน (Rickets) จากการขาดสารอาหารประเภทเกลือแร่และวิตามิน .....	47
ภาพที่ 15 ความผิดปกติของกระดูกตั้งแต่กำเนิดที่สามารถพบในโรค Leg length discrepancy ..	48
ภาพที่ 16 ความผิดปกติของกระดูกขากรรไกรล่างที่สามารถพบในโรค Fetal alcohol syndrome .....	49
ภาพที่ 17 วิธีการถ่ายภาพรังสีทรวงอก .....	54
ภาพที่ 18 ขั้นตอนการทำ Data mining.....	57

ภาพที่ 19	การคัดเลือก Feature หรือ Attribute.....	60
ภาพที่ 20	กรอบแนวคิดใช้ในการวิจัย .....	82
ภาพที่ 21	จุดอ้างอิงการวัดขนาดสัดส่วน TPd จากกายวิภาคศาสตร์กระดูกสันหลังระดับเอว.....	84
ภาพที่ 22	จุดอ้างอิงของการวัดขนาดสัดส่วน TPd จากภาพถ่ายทางรังสีเอกซเรย์ .....	84
ภาพที่ 23	จุดอ้างอิงการวัดขนาดสัดส่วน EPWu จากกายวิภาคศาสตร์กระดูกสันหลังระดับอก .....	85
ภาพที่ 24	จุดอ้างอิงของการวัดขนาดสัดส่วน EPWu จากภาพถ่ายทางรังสีเอกซเรย์.....	85
ภาพที่ 25	จุดอ้างอิงของการวัดสัดส่วน EPWl จากกายวิภาคศาสตร์กระดูกสันหลังระดับอก.....	86
ภาพที่ 26	จุดอ้างอิงของการวัดขนาดสัดส่วน EPWl จากภาพถ่ายทางรังสีเอกซเรย์ .....	86
ภาพที่ 27	จุดอ้างอิงของการวัดสัดส่วน VBHa จากกายวิภาคศาสตร์กระดูกสันหลังระดับเอว.....	87
ภาพที่ 28	จุดอ้างอิงของการวัดขนาดสัดส่วน VBHa จากภาพถ่ายทางรังสีเอกซเรย์.....	87
ภาพที่ 29	จุดอ้างอิงของการวัดขนาดสัดส่วน MaxVBsa จากภาพถ่ายรังสีเอกซเรย์.....	88
ภาพที่ 30	จุดอ้างอิงของการวัดขนาดสัดส่วน MAXCL จากกายวิภาคศาสตร์กระดูกไหปลาร้า .....	88
ภาพที่ 31	จุดอ้างอิงของการวัดขนาดสัดส่วน MAXcl .....	89
ภาพที่ 32	จุดอ้างอิงของการวัดขนาดสัดส่วน MaxBStern จากกายวิภาคศาสตร์ของกระดูกไหปลาร้า .....	89
ภาพที่ 33	จุดอ้างอิงของการวัดขนาดสัดส่วน MaxBStern.....	90
ภาพที่ 34	จุดอ้างอิงของการวัดขนาดสัดส่วน MaxBAcr จากกายวิภาคศาสตร์กระดูกไหปลาร้า ....	90
ภาพที่ 35	จุดอ้างอิงของการวัดขนาดสัดส่วน MaxBAcr .....	91
ภาพที่ 36	จุดอ้างอิงของการวัดขนาดสัดส่วน MMd จากกายวิภาคศาสตร์กระดูกไหปลาร้า.....	91
ภาพที่ 37	จุดอ้างอิงของการวัดขนาดสัดส่วน MMd.....	92
ภาพที่ 38	แสดง ROC Graph.....	97
ภาพที่ 39	พื้นที่ใต้กราฟ ROC.....	98
ภาพที่ 40	ขั้นตอนดำเนินการวิจัย .....	99

ภาพที่ 41 กราฟวงกลม (Pie) แสดงจำนวนเพศชาย และเพศหญิง ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลทางเพศ ด้วยโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Decision tree .....	110
ภาพที่ 42 กราฟวงกลม (Pie) แสดงจำนวนเพศชายและเพศหญิง ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลทางเพศ ด้วยโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Supportive vector machine .....	111
ภาพที่ 43 กราฟวงกลม (Pie) แสดงจำนวนเพศชาย และเพศหญิง ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลทางเพศ ด้วยโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Logistic regression โดยคัดเลือก Attribute แบบ Forward selection .....	112
ภาพที่ 44 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลของการจำแนกข้อมูลทางเพศของเทคนิค DT, SVM, Logistic regression.....	113
ภาพที่ 45 กราฟฮิสโตแกรม (Histogram) แสดงผลความถี่ของแต่ละความสูงที่ได้จาก การประมาณ ค่าข้อมูลทางความสูงด้วยโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Decision tree .....	115
ภาพที่ 46 กราฟฮิสโตแกรม (Histogram) แสดงผลความถี่ของแต่ละความสูงที่ได้จากการประมาณ ค่าข้อมูลทางความสูงด้วยโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Linear regression โดยผ่านการคัดเลือก Attribute แบบ Forward selection.....	118
ภาพที่ 47 การเปรียบเทียบผลประสิทธิภาพโมเดลการประมาณค่าข้อมูลทางความสูงของเทคนิค Decision tree, Linear regression.....	119
ภาพที่ 48 การเปรียบเทียบผลการประมาณค่าข้อมูลทางความสูง ระหว่างโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS กับ Software RapidMiner Studio.....	123



## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากสถานการณ์ในปัจจุบันมีเหตุความรุนแรงเกิดขึ้นหลายแห่งหลายทวีปทั่วโลก ซึ่งล้วนมีผลกระทบอย่างมากต่อหลายๆ ประเทศที่ประสบปัญหาดังกล่าว มีทั้งผู้ถูกกระทำหรือเหยื่อ ผู้เคราะห์ร้ายที่ต้องได้รับบาดเจ็บและเสียชีวิตเป็นจำนวนมาก รวมทั้งทรัพย์สินเกิดความเสียหายมูลค่ามหาศาล ซึ่งสาเหตุของการเกิดความรุนแรงเหล่านั้นส่วนใหญ่มาจากการก่อการร้าย ที่เป็นความรุนแรงที่น่ากลัว และอันตรายที่ผ่านมาระลอกการก่อการร้ายที่จัดอยู่ในระดับโลก เมื่อวันที่ 11 กันยายน พ.ศ. 2544 ในประเทศสหรัฐอเมริกาและผู้เสียชีวิตจากเหตุการณ์คร่าวเดียวกันทั้งสิ้น 2,996 คน บาดเจ็บอีกกว่า 6,000 คน (ทาโบล่า(นามแฝง). 2558) ชัยบมาระดับภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เหตุการณ์ที่ยังเป็นที่กล่าวขานถึงกันอยู่นั้นเป็นการระเบิดที่เกาะบาหลี่ ประเทศอินโดนีเซีย เมื่อวันที่ 12 ตุลาคม พ.ศ. 2545 เหตุการณ์ดังกล่าวมีผู้เสียชีวิตถึง 202 คน ผู้ได้รับบาดเจ็บอีก 240 คน (ทาโบล่า(นามแฝง). 2555) ส่วนประเทศไทยเองเหตุการณ์ส่วนใหญ่เกิดในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้ จากฐานข้อมูล DSID ของศูนย์เฝ้าระวังสถานการณ์ภาคใต้ (Deep South Watch) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปัตตานี รายงานว่าตั้งแต่ปี 2547-2558 พบยอดผู้เสียชีวิตจำนวน 6,543 ราย ส่วนผู้ที่ได้รับบาดเจ็บจำนวน 11,919 ราย เหล่านี้เป็นทั้งบุคคลในพื้นที่เอง ได้แก่ ราษฎร ผู้นำศาสนาอิสลาม พระ ผู้ร้ายฯ และบุคคลนอกพื้นที่ที่เดินทางไปปฏิบัติหน้าที่ในพื้นที่ดังกล่าว ไม่ว่าจะเป็นทหาร ตำรวจ อาสาสมัครทหารพราน เป็นต้น ทั้งหมดจากเหตุการณ์ทั้งสิ้น 15,374 เหตุการณ์ ซึ่งเหตุการณ์มีทั้งการยิงต่อสู้กัน การลอบวางระเบิด การวางเพลิง และอื่นๆ (ศรีสมภพ จิตรภิรมย์ศรี และสุภาภรณ์ พนสนาชี 2558) แต่ในระยะหลังความรุนแรงได้ขยายผลมาถึงเมืองหลวงของประเทศ เมื่อวันที่ 17 สิงหาคม พ.ศ. 2558 เกิดการระเบิดที่ราชประสงค์ มีผู้เสียชีวิตรวม 20 คน ผู้ได้รับบาดเจ็บอีก 123 คน (ทาโบล่า(นามแฝง). 2558) ซึ่งสอดคล้องกับค่าดัชนีชี้วัดการก่อการร้ายทั่วโลกที่เรียกว่า Global Terrorism Index (GTI) ประจำปี 2557 จากการสำรวจใน 162 ประเทศทั่วโลก ประเทศไทย มีค่า 7.19 ถูกจัดอยู่ในอันดับที่ 10 (พนารัช ปรีดากรณ์ 2558) และจากสถิติปี 2556 การลอบวางระเบิดนั้น ยังเป็นรูปแบบการก่อการร้ายที่มีสัดส่วนสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 60 จากเหตุก่อการร้ายทั้งหมดทั่วโลก (ศิวัช พงษ์เพียจันทร์ 2558) ระเบิดที่มีการทำลายล้างสูง จะมีผลทำให้เกิดความเสียหายแก่ร่างกายสูงตามมาด้วย

ส่วนอุบัติเหตุต่างๆ สามารถสร้างความเสียหายตั้งแต่ระดับต่ำไปจนระดับสูงและยอดผู้บาดเจ็บเสียชีวิตอาจพบเพียงรายเดียว หรือพบเป็นจำนวนมากขึ้นกับสถานการณ์ และความรุนแรงสำหรับประเทศไทย อุบัติเหตุทางบก เมื่อปี พ.ศ. 2534 รถบรรทุกแก๊สระเบิดที่ทุ่งมะพร้าว จังหวัดพังงา

มีผู้เสียชีวิตถึง 207 คน ดิด 1 ใน 5 ผู้เสียชีวิตมากของประเทศไทย มีผู้บาดเจ็บถึง 525 คน (ข่าวดังข้ามเวลา 2558) ส่วนอุบัติเหตุทางน้ำ ปี พ.ศ. 2535 เรือโดยสารศรีราชา-เกาะสีชัง ถูกเรือบรรทุกน้ำมันชน มีผู้เสียชีวิต 119 คน รอดชีวิตเพียง 15 คน (ข่าวดังข้ามเวลา 2558) และอุบัติเหตุทางอากาศ ปี พ.ศ. 2534 สายการบินเลาดาแอร์ตก ที่จังหวัดสุพรรณบุรี มีผู้เสียชีวิตทั้งหมด 233 คน นอกจากที่กล่าวมาแล้ว ภัยพิบัติตามธรรมชาติ ยังเป็นต้นเหตุของความสูญเสีย ทั้งทรัพย์สินและชีวิตเป็นจำนวนมากเช่น เดียวกัน อาทิเช่น คลื่นยักษ์สึนามิซัดเข้าใส่พื้นที่ภาคใต้ของไทย เมื่อ ปี 2549 มีผู้เสียชีวิตประมาณ 5,400 คน บาดเจ็บกว่า 8,000 คน และสูญหายอีกจำนวนมาก (ทาโบล่า (นามแฝง). 2558) พายุไต้ฝุ่น “เกย์” เมื่อ พ.ศ. 2532 มีผู้เสียชีวิตกว่า 591 คน สูญหายกว่า 400 คน ล่าสุด (ข่าวดังข้ามเวลา 2558) จะเห็นว่ามียุทธศาสตร์ที่วัดอุทยานที่พบในที่ที่เกิดเหตุอาชญากรรม บางครั้งอาจพบซากโครงกระดูกจำนวนมากผสมปนเปกัน หรือพบเพียงบางชิ้นส่วนก็ได้ และชิ้นส่วนอาจถูกทำลายจนเกิดความเสียหายกลายเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย มีสภาพไม่สมบูรณ์ (Ahmed 2013) นับว่าเป็นสิ่งที่ท้าทายอย่างมากแก่เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ เจ้าหน้าที่นิติเวช นักนิติมานุษยวิทยา ในการแยกแยะชิ้นส่วนและทำการตรวจพิสูจน์ เพื่อระบุตัวบุคคลของเจ้าของชิ้นส่วนเหล่านั้นได้อย่างถูกต้อง

Anthroposcopy คือ การวัดขนาดสัดส่วนของร่างกายหรือลักษณะทางรูปพรรณสัณฐานของกระดูก ที่ไม่สามารถวัดได้โดยวิธีการสังเกตด้วยตาเปล่า ต้องอาศัยเทคนิควิธีทางการแพทย์อื่นๆ ที่จำเป็น เช่น เทคนิครังสีวินิจฉัย ซึ่งต่างกับทั้ง Anthropometry คือการวัดขนาดสัดส่วนของร่างกายหรือกระดูกที่ไม่มีค่าใช้จ่ายสูงและไม่ต้องสอดใส่สายเข้าร่างกาย (Nor, Abdullah Al et al. 2013) ทั้ง 2 วิธีนี้เป็นเครื่องมือในการวิจัยที่สำคัญ และเป็นเทคนิคในรูปแบบเชิงปริมาณที่ได้รับการยอมรับในระดับสากลมากที่สุด ทางชีวมานุษยวิทยาและนิติมานุษยวิทยา (Biological and forensic anthropology) (Mane, Kale et al. 2010) สามารถใช้ข้อมูลในการตอบคำถามเกี่ยวกับอายุเมื่อเสียชีวิต เพศ ความสูง ภาวะโภชนาการ พยาธิสภาพ และร่องรอยบาดแผล หรือการบาดเจ็บ เป็นต้น อีกทั้งสามารถทำการทดลองได้ทั้งจากผู้ที่ยังมีชีวิต และจากซากโครงกระดูกของมนุษย์ (Mane, Kale et al. 2010) โดยผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับซากโครงกระดูก ได้แก่ นักนิติมานุษยวิทยา (Forensic anthropologists) ได้พยายามดึงข้อมูลเกี่ยวกับผู้เคราะห์ร้ายให้ได้มากที่สุด บางครั้งไม่สามารถใช้วิธีทางกายวิภาคศาสตร์ (Anatomical method) ในการสร้างคุณลักษณะทางชีวภาพขึ้นใหม่ เนื่องจากอุปสรรคจากความไม่สมบูรณ์ของกระดูกที่ได้จากเกิดเหตุ ดังนั้นจึงเลือกที่จะใช้วิธีทางคณิตศาสตร์ (Mathematical method) แทน (Zaher, El-Ameen et al. 2011) มีการนำเทคนิคการวัดขนาดสัดส่วนของร่างกายหรือกระดูกมาใช้ในงานทางนิติวิทยาศาสตร์กันอย่างแพร่หลายมายาวนานแล้ว สำหรับช่วยในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล (Krisha 2006) ในการระบุตัวผู้กระทำผิดในคดีอาญา ผู้ก่อการร้าย หรือแม้แต่การระบุตัวผู้ที่ตกเป็นเหยื่อก็ตาม



การพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลมีบทบาทสำคัญในการเป็นหลักฐานทางกฎหมาย และการตรวจที่เกิดเหตุ (Paulis 2015) เป็นการพิสูจน์ศพ ชิ้นส่วนของศพ หรือศพที่เหลือแต่โครงกระดูกว่าเป็นใครหรือของบุคคลใดนั้น เป็นการเปรียบเทียบข้อมูลของผู้สูญหายกับข้อมูลที่พบจากศพ ซึ่งชิ้นส่วนที่ได้มาเป็นชิ้นส่วนที่เน่าและไม่ครบถ้วน ต้องพิสูจน์ก่อนว่าเป็นกระดูก เป็นของคน โดยการตรวจดูขนาด ดูรูปร่างลักษณะของกระดูกชิ้นนั้น หรือการถ่าย X-rays เปรียบเทียบลักษณะกระดูก การตรวจพิสูจน์เริ่มต้นด้วยการระบุเพศ หาความสูง หาเชื้อชาติ หาอายุ หาระยะเวลาการเสียชีวิต และสาเหตุของการเสียชีวิต (พรทิพย์ โรจนสุนันท์ 2543) ซึ่งถือว่าการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล เป็นงานหลักที่สำคัญของการตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีเป้าหมายที่สำคัญ คือ การสร้างประวัติของกระดูกที่ประกอบไปด้วยชุดของคุณลักษณะทางชีวภาพ เช่น เพศ ความสูง อายุ และเชื้อชาติ (Ahmed 2013) จึงต้องอาศัยข้อมูลขนาดสัดส่วนจากชิ้นส่วนต่างๆ ของร่างกายของแต่ละบุคคล เช่น แขนขา เท้า ไหล่ กระดูกสันหลัง กระดูกโอบหน้า ซึ่งถึงแม้มนุษย์ทุกคนในโลกนี้ จะมาจากสายพันธุ์เดียวกันนั่นคือ Homo sapiens แต่ไม่เคยพบที่บุคคลสองคนจะมีคุณลักษณะจากการวัดที่เหมือนกันทุกประการได้ แม้ฝาแฝดเหมือนทางพันธุกรรม (Monozygotic) ก็มีความแตกต่างกันในบางประเด็น อีกทั้งยังขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ที่มาเกี่ยวข้องตั้งแต่เกิดจนตายอีกด้วย เช่น การพัฒนาของโครงกระดูก การเจริญเติบโตของร่างกาย ภาวะสุขภาพและโรคภัยไข้เจ็บ สภาพแวดล้อมที่อาศัยอยู่ การดำเนินชีวิต เชื้อชาติ และภูมิภาคทางภูมิศาสตร์ จึงมีผลให้ขนาดรูปร่าง สัดส่วนของโครงกระดูกแขนขาที่มีความแตกต่างกันในระหว่างกลุ่มประชากรตามพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน (Krisha 2006) และจากเหตุอุบัติเหตุหมู่ หรือจากภัยพิบัติทางธรรมชาติที่รุนแรง มีผลทำให้เกิดความเสียหายอย่างรุนแรงแก่ร่างกาย จนถึงมีจำนวนผู้เสียชีวิตจำนวนมากตามมา ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากเหตุการณ์ดังกล่าว จึงมีจำนวนมากเช่นเดียวกัน ส่งผลให้มีการค้นหาวิธีจัดการกับจำนวนข้อมูลที่มีมากมายเหล่านั้น

การทำเหมืองข้อมูลในมุมมองทางวิชาการ จะแทนขั้นตอนขั้นหนึ่งของกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการค้นหารูปแบบหรือความสัมพันธ์ของข้อมูลเท่านั้น ซึ่งสามารถแบ่งตามลักษณะการนำไปใช้งานออกได้เป็นสองกลุ่มหลักๆ คือ การทำเหมืองข้อมูลเพื่อการทำนาย เป็นการสร้างโมเดลการประมวลผลข้อมูลเพื่อใช้ในการทำนายข้อมูล จากกลุ่มข้อมูลที่มีคลาสเป้าหมาย เช่น การวินิจฉัยโรคจากข้อมูลผลการตรวจร่างกายของแพทย์ (ศจีมาจ ฦ วิเชียร และภัทราวุฒิ แสงศิริ 2554) ผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ ผลการตรวจทางรังสีเทคนิคอีกกลุ่มหนึ่ง คือ การทำเหมืองข้อมูลเพื่ออธิบาย เน้นค้นหารูปแบบ และความสัมพันธ์ของข้อมูล ไม่จำเป็นต้องอาศัยคลาสเป้าหมาย ซึ่งการทำเหมืองข้อมูลที่มีการวิเคราะห์ข้อมูลอัตโนมัติได้มีการนำไปใช้กับงานหลายๆ ประเภท ทั้งในทางด้านธุรกิจ ด้านวิทยาศาสตร์ ด้านการแพทย์ ด้านการศึกษา รวมทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคม เพื่อให้เกิดความรวดเร็วและง่ายขึ้น (พิณรัตน์ นุชโพธิ์ และอดิศักดิ์ พงษ์พุลผลศักดิ์ 2549) ในด้านงาน

นิติวิทยาศาสตร์มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับศึกษาการทำนายเพศด้วยพื้นที่โดยรวมของกระดูกต้นขา ส่วนต้น โดยการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) คาคคเนเพศจากขนาดสัดส่วนกระดูกต้นขา ทำการศึกษา ด้วยการวัดขนาดสัดส่วนและหาพื้นที่โดยรวมของกระดูกต้นขา จากตัวอย่างกระดูกขาโปรตุเกส (เพศหญิง 112 ราย เพศชาย 112 ราย) ทำการวิเคราะห์การถดถอยด้วยโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Logistic regression, Linear discriminant analysis, Reduce error pruning trees และ Classification and regression trees 2) เพื่อหาโมเดลที่สามารถทำนายเพศได้ดีที่สุด การศึกษา พบว่า การทำนายเพศมีความแม่นยำสูงมากเกิน 90% เทคนิคเหมือนข้อมูลที่มีการพัฒนาขึ้นมาใหม่ (Reduce error pruning trees และ Classification and regression trees) สามารถสร้างโมเดล การทำนายที่มีประสิทธิภาพดีกว่าโมเดลที่สร้างจากเทคนิคแบบดั้งเดิม (Logistic regression, Linear discriminant analysis) โดยเฉพาะวิธี REPTree ซึ่งจะเพิ่มความแม่นยำโดยรวมให้มากขึ้นและลด ค่า Bias ให้น้อยลง (Curate, Coelho et al. 2016)

คล้ายคลึงกับงานวิจัยของ Navega D. et al ทำการวิจัยเรื่อง การประเมินเพศจากกระดูก Trasal โดยการวัดความกว้าง ความยาว ความสูงของกระดูก Trasal ผ่านกระดูกโดยตรงทั้งหมด 18 เส้น (CalcLg, TalLg, TalBrd, NavLg, NavBr, CF1Lg, CF1B rd, CF1Ht, CF2Lg, CF2Brd, CF2Lg, CF2Brd, CF2Ht, CF3Lg, CF3Brd, CF3Ht, CubBrd, CubHt) ของกลุ่มตัวอย่างชาวโปรตุเกส เพศชาย 60 ราย เพศหญิง 60 ราย) ทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเหมือนข้อมูล โดยโมเดลที่สร้างจาก เทคนิค lbk, PART, Simple Cart, ADtree, Bftree, NBtree, Naïve bays (Gaussian), Naïve bayes (Kemel), Naïve (Discretized), LDA, Simple logistic, Logistic (Ridge), Multilayer perceptron วัดวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างโมเดลการทำนายได้ 2) เพื่อทำนายเพศจากขนาดสัดส่วน กระดูก Trasal ผลการศึกษาพบว่า ขนาดสัดส่วนกระดูก Tarsal สามารถทำนายเพศได้ โมเดลที่สร้าง จากเทคนิคเหมือนข้อมูลให้ผลการคาคคเนเพศได้อย่างถูกต้องแม่นยำสูง > 80% และผลลัพธ์ที่ได้ แสดงให้เห็นว่าเทคนิคเหมือนข้อมูล เป็นเครื่องมือสำคัญที่ผู้ปฏิบัติงานทางนิติวิทยาศาสตร์ ควรพิจารณาเมื่อมีการพัฒนามาตรฐานใหม่ๆ สำหรับการคาคคเนเพศ

ส่วนงานวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบเทคนิคเหมือนข้อมูลในการสำรวจความสัมพันธ์ระหว่าง ขนาดสัดส่วนมือกับคุณลักษณะทางประชากรศาสตร์ โดยใช้ผู้เข้าร่วมวิจัย 112 คน (เพศชาย 56 ราย และเพศหญิง 56 ราย) จำกัดเฉพาะเชื้อชาติ Caucasians ที่พูดภาษาอังกฤษ และมีอายุระหว่าง 18 ถึง 35 ปี จาก the University of Southampton Ethics Committee, the University of Kent Sciences Ethics Committee and the University of Dundee Research Ethics Committee ทำการวัดขนาดสัดส่วนมือ 21 เส้น (Wrist breadth, Wrist to little, Wrist to ring, Wrist to middle,

Wrist to index, Wrist to thumb, Little proximal phalanx, Little intermediate phalanx, Little distal phalanx, Ring proximal phalanx, Ring intermediate phalanx, Ring distal phalanx, Middle proximal segment, middle intermediate phalanx, Middle distal phalanx, Index proximal phalanx, Index intermediate phalanx, Index distal phalanx, Thumb proximal phalanx, Thumb distal phalanx, Hand breadth) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล Decision tree , Supportive vector machine, Multilinear Logistic regression, Naïve bayes และสมการ Linear regression วัตถุประสงค์เพื่อ 1) การทำนาย Sex, Height, Weight, Log-weight, Foot 2) เปรียบเทียบผลการทำนายระหว่างเทคนิคเหมืองข้อมูลกับ สมการคณิตศาสตร์ ผลการทดลอง 1) โมเดลที่สร้างจากเทคนิค Supportive vector machine ให้ผลการทำนายที่ดีที่สุดจากขนาดสัดส่วนของมือขวา (ความถูกต้อง 88.7%) โมเดลที่สร้างจาก Naïve bayes มีความถูกต้อง 87.7% ให้ผลการทำนายที่ดีที่สุดจากขนาดสัดส่วนมือซ้าย 2. Multilinear Logistic regression ที่ใช้ทำนายความสูง น้ำหนัก และขนาดของเท้า มีความถูกต้อง 90% การเปรียบเทียบระหว่างเทคนิคเหมืองข้อมูลและสมการถดถอยเชิงเส้น เทคนิคเหมืองข้อมูลให้ผลการทำนายดีกว่าโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อจำนวน Bin ลดลง (Miguel-Hurtado, Guest et al. 2016)

จากงานวิจัยเหมืองข้อมูลที่ศึกษาข้างต้นมีการวัดขนาดสัดส่วนจากกระดูกที่แตกต่างกัน ตัวแปรส่วนใหญ่มาจากขนาดความยาวกระดูก มีบางวิจัยมาจากพื้นที่โดยรวมของบริเวณกระดูกที่กำลังศึกษา วิธีการมีทั้งวัดผ่านกระดูกโดยตรงหรือสร้างโครงสร้างกระดูกขึ้นมาใหม่ผ่านภาพถ่าย เอกซเรย์คอมพิวเตอร์ มีการใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลที่คล้ายกัน มีการเปรียบเทียบกับสมการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งบางวิธีมีค่าใช้จ่ายสูง และบางวิธีต้องปรับแต่งโครงสร้างกระดูกบ้างเพื่อง่ายต่อการ ศึกษาวิจัย ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการศึกษาขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 เนื่องจากกระดูกสันหลังของทั้งสองระดับมีรูปร่างที่แตกต่างกัน สามารถมองเห็นได้ชัดเจน และสัดส่วนกระดูกโหลปลาร้า เพื่อเปรียบเทียบผลการทำนายระหว่างกระดูกต่างชนิดกัน ผ่านทางภาพถ่ายรังสีเอกซเรย์ เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายไม่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับ ภาพถ่ายเอกซเรย์ คอมพิวเตอร์ หรือภาพถ่ายจากเครื่องถ่ายภาพสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และสามารถใช้อินโฟร์เมชันโครงสร้างกระดูกได้โดยไม่ต้องปรับแต่งแก้ไข และข้อมูลภาพถ่ายรังสีเอกซเรย์มีจำนวนมากเพียงพอต่อการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล ซึ่งวิธีการดังกล่าวมีการจัดเตรียมที่ง่าย ไม่ต้องใช้เทคนิคพิเศษ ที่มีความซับซ้อนมาก สามารถจัดหากุ่มตัวอย่างได้ง่ายตามสถานพยาบาลต่างๆ ที่มีเครื่องถ่ายภาพรังสีเอกซเรย์ เป็นวิธีที่สามารถวัดขนาดสัดส่วนกระดูกโดยอาศัยจุดอ้างอิงที่ปรากฏเห็นชัดเจน ซึ่งประเทศไทยยังไม่พบงานวิจัยที่ใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลมาทำนายความสูงและเพศจากขนาดสัดส่วนของกระดูกต่างๆ นอกจากนี้วิจัยดังกล่าวจะส่งผลให้เกิดประโยชน์ต่อด้านนิติวิทยาศาสตร์ต่อไป เนื่องจากหลายคดีที่ร่างกายของผู้เสียหายถูกตัดแยกเป็นชิ้นส่วน หรือพบกองกระดูกที่ผสม

ปนเปกันเป็นจำนวนหลายชิ้น การพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลขั้นต้น ได้แก่ คุณลักษณะทางชีวภาพ ทั้งความสูงและเพศ เป็นการช่วยแยกบุคคลออกจากกลุ่มผู้เสียหายก่อนทำการตรวจที่ระบุตัวตน (DNA) ต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์

2.1 ทำนายความสูงและเพศจากขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 กระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล

2.2 ทำนายความสูงจากขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 กระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

2.3 เปรียบเทียบผลการทำนายความสูงจากขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 กระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ระหว่างเทคนิคเหมืองข้อมูลกับโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

## 1.3 คำถามวิจัย

3.1 ขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 สามารถจำแนกข้อมูลทางเพศได้อย่างแม่นยำหรือไม่

3.2 ขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 สามารถประมาณค่าข้อมูลทางความสูงได้อย่างแม่นยำหรือไม่

## 1.4 ขอบเขตงานวิจัย

### 4.1 ขอบเขตด้านข้อมูล

- ข้อมูลส่วนตัว ได้แก่ เพศ อายุ ส่วนสูง อาชีพ ลักษณะงาน

- ข้อมูลด้านประชากร ประชากรที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือ ภาพถ่ายทางรังสีเอกซเรย์

บริเวณกระดูกไหปลาร้าและกระดูกสันหลังระดับอก-เอว จากผู้ป่วยบุคคลเดียวกันที่เข้ามารับการตรวจวินิจฉัยทางรังสีวิทยา โรงพยาบาลสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดชลบุรี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 จนถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2560 ทั้งเพศหญิงและเพศชาย (เพศชาย อายุระหว่าง 20-70 ปี, เพศหญิง อายุระหว่าง 18-65 ปี ณ วันที่ถ่ายภาพรังสีทางการแพทย์) และภาพถ่ายทางรังสีเอกซเรย์ ต้องมีคุณภาพ สามารถเห็นรายละเอียดของกระดูกได้ชัดเจน มีความคมชัด ภาพไม่มัว ไม่มีสิ่งแปลกปลอม (Artifact) (ปริยานุช มโนธรรม 2559)

### เกณฑ์การคัดเลือกอาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัย (Inclusion criteria)

- 1) เป็นบุคคลเชื้อชาติไทย
- 2) เป็นผู้ป่วยที่เคยเข้ารับการตรวจรักษาที่แผนกต่างๆ ของโรงพยาบาลสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ และมีข้อมูลทั่วไปเก็บอยู่ในฐานข้อมูล Library doctor
- 3) เป็นผู้ป่วยที่เคยเข้ารับการตรวจวินิจฉัยทางรังสีเอกซเรย์บริเวณกระดูกไหลปลาร้า กระดูกสันหลังที่แผนกรังสีวิทยา โรงพยาบาลสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ และมีข้อมูลรูปถ่ายทางรังสีเอกซเรย์อยู่ในฐานข้อมูล PACS (Picture Archiving Communication System) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 จนถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2560

### เกณฑ์การคัดออกผู้เข้าร่วมวิจัย (Exclusion criteria)

- 1) มีภาวะความผิดปกติของกระดูกที่มองเห็นชัดเจนจากภาพถ่ายทางรังสี ได้แก่ ภาวะกระดูกสันหลังคด กระดูกสันหลังยุบ เนื้องอกกระดูก เป็นต้น
- 2) มีประวัติเคยกระดูกหัก เคยผ่าตัดกระดูก ผ่าตัดไขข้อทั้งสองข้าง
- 3) มีประวัติเป็นโรคบางระบบ เช่น โรค Metabolic endocrinological ความผิดปกติของการเจริญเติบโต (Growth disorders) โรคกระดูกพรุนรุนแรง

#### - ข้อมูลด้านขนาดตัวอย่าง และการคำนวณ

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ภาพถ่ายของผู้ป่วยบุคคลเดียวกัน ที่เคยเข้ารับการตรวจวินิจฉัยทางรังสีเอกซเรย์บริเวณกระดูกไหลปลาร้าและกระดูกไขสันหลัง ที่แผนกรังสีวิทยา โรงพยาบาลสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดชลบุรี ที่มีข้อมูลทั่วไป และข้อมูลภาพถ่ายทางรังสีเอกซเรย์จัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลของโรงพยาบาล กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยทำการสุ่มในลักษณะเป็นระบบ (Systemic sampling) โดยในกลุ่มตัวอย่างเพศชายทำการเลือกโดยเลือกตัวอย่างทุก 6 หน่วย ตำแหน่งแรก que เลือกคือลำดับที่ 6 ของกลุ่มประชากรชาย ทำให้ตัวอย่างที่ถูกเลือกต่อไปเป็นลำดับที่ 12, 18, 24, .... จนได้ตัวอย่างในกลุ่มเพศชาย 200 ตัวอย่าง ส่วนในกลุ่มตัวอย่างเพศหญิง ทำการเลือกตัวอย่างทุก 7 หน่วย โดยตัวอย่างแรกคือตัวอย่างลำดับที่ 7 ของกลุ่มประชากรหญิงทำให้ตัวอย่างที่ถูกเลือกต่อไปเป็นลำดับที่ 14, 21, 28, .... จนได้ตัวอย่างในกลุ่มเพศหญิง 200 ตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดรหัสและหมายเลขให้แก่หน่วยของตัวอย่างเริ่มตั้งแต่ S001 เรื่อยไป และทำเช่นเดียวกันทั้งในกลุ่มเพศชายและกลุ่มเพศหญิง (รัตติกาล กัมสิทธิ์ 2556)

#### 4.2 ขอบเขตด้านจำนวนครั้งในการวัด

- วัดขนาดชิ้นส่วนกระดูก ทำการวัด 1 ครั้ง ภายหลังจากเจ้าหน้าที่แผนกรังสีวิทยานำผล



ภาพถ่ายทางรังสีเข้าสู่ระบบ PACS แล้ว

#### 4.3 ขอบเขตด้านเวลา แบ่งออกเป็น

- ระยะเวลาทำการวัด ตั้งแต่เวลา 08.00-16.00 น.
- ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล เริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2560 จนถึง เดือนมกราคม 2561 ใช้เวลารวม 9 เดือน

4.4 ขอบเขตด้านคุณลักษณะทางชีวภาพ ผู้ทดลองเลือกความสูงและเพศจากชุดคุณลักษณะชีวภาพที่เป็นพารามิเตอร์สำคัญในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล ซึ่งความสูงเป็นพารามิเตอร์ที่สามารถระบุได้เป็นลำดับแรก ส่วนเพศเป็นพารามิเตอร์ที่สามารถพิสูจน์ง่ายที่สุด

#### 4.5 ขอบเขตด้านตัวแปร

- ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ขนาดชิ้นส่วนภายในกระดูกไหปลาร้า กระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 กระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4
- ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสูงและเพศ

#### 4.6 ขอบเขตด้านเหมืองข้อมูล

- เทคนิคการจำแนกข้อมูลทางเพศ ได้แก่ Decision tree, SVM, Logistic regression
- เทคนิคการประมาณค่าข้อมูลทางความสูง ได้แก่ Decision tree, Linear regression
- โมเดลการจำแนกข้อมูลทางเพศและโมเดลประมาณค่าข้อมูลทางความสูง ทำงานบนข้อมูลขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า กระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 กระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 โดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูลทางเพศและโมเดลประมาณค่าข้อมูลทางความสูง
- ตัววัดประสิทธิภาพโมเดลการจำแนกประเภทข้อมูลทางเพศ (Performance classification) ได้แก่ Accuracy, Confusion matrix, Precision and recall, F-Measure, ROC Graph & Area Under Curve (AUC)
- ตัววัดประสิทธิภาพโมเดลการประมาณค่าข้อมูลทางความสูง (Performance regression) ได้แก่ Root mean squared error

- ตัววัดผลการจำแนกข้อมูลทางเพศ ได้แก่ Accuracy

- ตัววัดผลการประมาณค่าข้อมูลทางความสูง ได้แก่ Root mean squared error

#### 4.7 ขอบเขตด้านเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

- เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) ระบบบริหารจัดการจัดเก็บและรับส่งภาพทางการแพทย์ในรูปแบบดิจิทัล หรือระบบ PACS ของบริษัท FUJIFILM รุ่น FCR Profect

2) ระบบบริหารจัดการจัดเก็บข้อมูลส่วนบุคคล และภาพถ่ายระบุตัวบุคคล ได้แก่ระบบ EMR soft

3) Software data mining เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

4) แบบบันทึกผลการวัดระยะขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า กระดูกสันหลังระดับอกและกระดูกสันหลังระดับเอวตามจุดอ้างอิง จำนวนทั้งสิ้น 52 ระยะต่อรายบุคคล

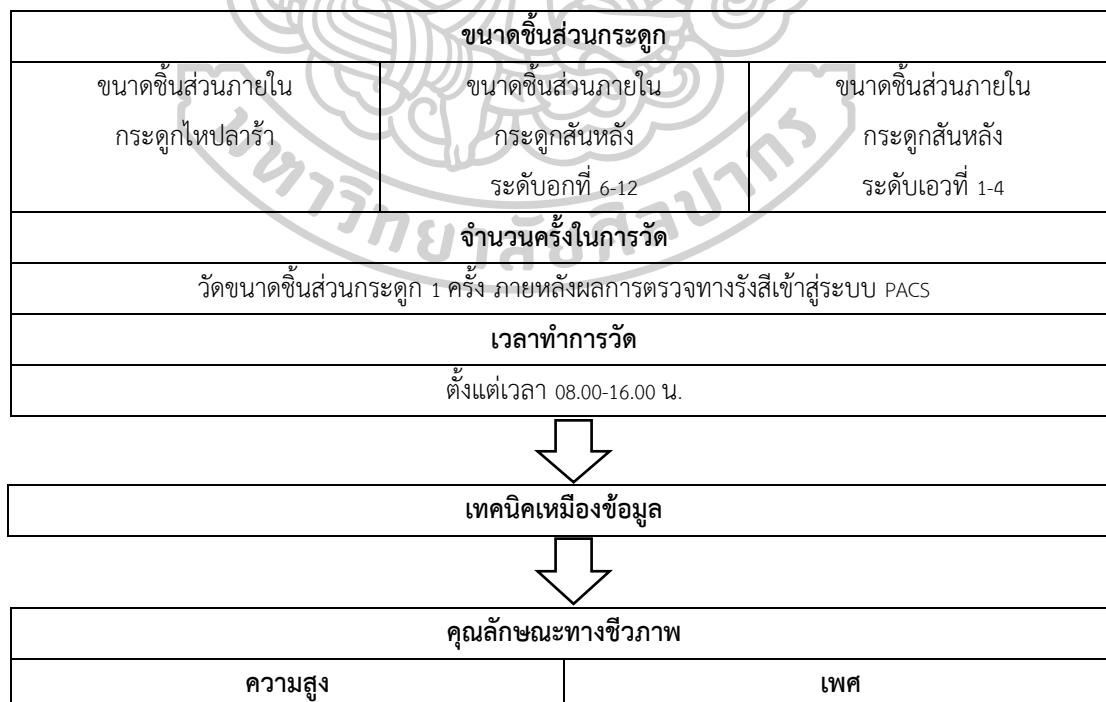
- การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในครั้งนี้

1) การทดสอบระบบ EMR soft ตามวงรอบ โดยเจ้าหน้าที่ทางเทคนิคของบริษัทและเจ้าหน้าที่ IT ของโรงพยาบาล

2) การ Update versions online ของระบบการวิเคราะห์ข้อมูลตามการแจ้งเตือนของบริษัทเจ้าของซอฟต์แวร์

3) การทดสอบการวัดขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า กระดูกสันหลังระดับอกและกระดูกสันหลังระดับเอวถูกต้องตามจุดอ้างอิงจากผู้เชี่ยวชาญทางรังสีวิทยา

แสดงรายละเอียดตามภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขอบเขตการวิจัย

### 1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

ความสูง (Stature) หมายถึง ความสูงของร่างกายที่วัดจากศีรษะบริเวณ Vertex (จุดที่สูงสุดบนศีรษะถึงส้นเท้า) ในท่ายืนตรง (Nihal Ahmad, Mohd et al. 2014) (Geetha, Swathi et al. 2015) (Madden, Tsikoura et al. 2012)

เพศ (Sex) หมายถึง รูปลักษณะที่แสดงให้เห็นถึงความเป็นหญิง เป็นชาย

ระยะห่าง Transverse process (Transverse process distance : Tpd) หมายถึง ระยะทางตามขวางระหว่างปุ่มกระดูกจากขอบซ้ายสุดไปถึงปุ่มกระดูกที่ขอบขวาสุด (Dine and Shafei 2015) (Hou, Cheng et al. 2012)

ความกว้างของ End plate ส่วนบน (Upper End plate width) หมายถึง ระยะทางระหว่างขอบด้านซ้ายสุดของแผ่นกระดูกปลายส่วนบนและขอบด้านขวาสุดของแผ่นกระดูกปลายส่วนบน (Dine and Shafei 2015)

ความกว้างของ End plate ส่วนล่าง (Lower End plate : EPWL) ระยะทางระหว่างขอบด้านซ้ายสุดของแผ่นกระดูกปลายส่วนล่างและขอบด้านขวาสุดของแผ่นกระดูกปลายส่วนล่าง (Dine and Shafei 2015)

ความสูงของ Body กระดูกสันหลังด้านหน้า (Anterior height of vertebral Body : VBHa) หมายถึง ระยะทางระหว่างขอบแผ่นกระดูกปลายส่วนบนและขอบแผ่นกระดูกปลายส่วนล่าง (ความสูงแนวตั้งของกระดูกสันหลังด้านหน้า) (Dine and Shafei 2015) (Klein, Nagel et al. 2015)

พื้นที่ผิวมากที่สุดแนวระนาบด้านหน้าของ Body กระดูกสันหลัง (Maxximum surface area coronal plane of vertebral Body : Max VBSa) หมายถึง พื้นที่ผิวมากที่สุดจาก  $\frac{1}{2} \times$  (ความกว้างของ End plate ส่วนบนรวมกับความกว้างของ End plate ส่วนล่าง)  $\times$  ความสูงของ Body กระดูกสันหลังด้านหน้า

ความยาวมากที่สุดของกระดูกไหปลาร้า (Maximum clavicular length : MAXcl) หมายถึง ระยะทางเส้นตรงระหว่างส่วนปลายสุดด้านกระดูกสะบักของกระดูกไหปลาร้า (Acromion end) ถึงส่วนปลายสุดด้านกระดูกอกของกระดูกไหปลาร้า (Sternal end) (บังอร ฉางทรัพย์ 2514) (Papaioannou, Kranioti et al. 2012) (Králík, Urbanová et al. 2014) (Sehrawat and P.K.Pathak 2016)

ความกว้างมากที่สุดของ Sternal end (Maximum breadth of sternal end : Max BStern) หมายถึง ระยะทางระหว่างจุดสูงสุดและจุดต่ำสุดของส่วนปลายด้านกระดูกอก (Sternal end) (บังอร ฉางทรัพย์ 2514) (Papaioannou, Kranioti et al. 2012) (Králík, Urbanová et al. 2014) (Sehrawat and P.K.Pathak 2016)



ความกว้างมากที่สุดของ Acromial articular (Maximum breadth of acromial articular : Max\_BAcr) หมายถึง ระยะทางระหว่างจุดสูงสุดและจุดต่ำสุดของส่วนปลายด้านกระดูกไหปลาร้า (Acromion end) (บังอร ฉางทรัพย์ 2514) (Papaioannou, Kranioti et al. 2012)

เส้นผ่าศูนย์กลางมากที่สุดของ Midshaft (Midshaft maximum diameter : MMd) หมายถึง ระยะทางเส้นตรงระหว่างพื้นผิวส่วนบน และส่วนล่างตรงกึ่งกลางของความยาวกระดูกไหปลาร้า (บังอร ฉางทรัพย์ 2514) (Papaioannou, Kranioti et al. 2012)

การทำเหมืองข้อมูล (Data mining) หมายถึง กระบวนการของการกลั่นกรองสารสนเทศ ที่ซ่อนอยู่ในฐานข้อมูลใหญ่ เพื่อค้นหาความรู้ ความสัมพันธ์และรูปแบบ โดยขั้นตอนการดำเนินการ ต้องอาศัยเทคนิคหรือวิธีการต่างๆ เช่น การค้นหาความสัมพันธ์ วิธีการจัดกลุ่มการพยากรณ์ เป็นต้น จะอยู่ในลักษณะของการสร้างต้นแบบ (Modeling) (พิณรัตน์ นุชโพธิ์ และอดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์ 2549) (ปฏิภม พลโพธิ์คามบำรุง และคณะ 2553) (ปรางทิพย์ กิตติวัฒน์ 2553)

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลของการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ คาดว่าจะเป็นประโยชน์ในด้านนิติวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ประโยชน์ทางด้านวิชาการ ได้รับความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์ขนาดสัดส่วนกระดูกเพื่อใช้ทำนายความสูงและทำนายเพศด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล โดยจากการทบทวนวรรณกรรมวิจัยยังไม่พบงานวิจัยในลักษณะนี้ ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาตัวแปรที่ได้จากการวัดขนาดสัดส่วนกระดูกและพื้นที่แนวระนาบด้านหน้า มาสร้างโมเดลด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูลทั้ง Classification technique และ Regression technique ทำการวัดประสิทธิภาพโมเดลและเปรียบเทียบต่อนั้นนำมาโมเดลดังกล่าว มาประมาณค่าความสูง มาจำแนกเพศและเปรียบเทียบผลการทำนาย ซึ่งจากการศึกษานี้สามารถนำไปต่อยอดหรือเป็นแนวทางในการทำวิจัยอื่นต่อไปได้

2. ประโยชน์ด้านการนำไปประยุกต์ โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น สำนักงานพิสูจน์หลักฐาน สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ สถานบริการทางการแพทย์ที่มีบริการด้านนิติเวชศาสตร์ เป็นต้น สามารถนำผลการวิจัยไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการเลือกวิธีวิเคราะห์ข้อมูลประมาณค่าความสูงและจำแนกเพศ ซึ่งในแต่ละสถานที่เกิดเหตุอาจพบจำนวนชิ้นส่วนกระดูก สภาพความสมบูรณ์ของกระดูกมากน้อยแตกต่างกัน ความพร้อมของเครื่องมืออุปกรณ์ที่ช่วยในการวัดขนาดสัดส่วนกระดูก ในการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถเลือกใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลต่างๆ ระหว่าง Classification technique กับ Regression technique ในการประมาณค่าข้อมูลทางความสูง และจำแนกข้อมูลทางเพศได้ตามความเหมาะสม นอกจากนี้ยังมีหน่วยงานงานที่สามารถนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้อีก ได้แก่ งานโบราณคดี สามารถนำผลการวิจัยไปปรับใช้กับการระบุตัวบุคคลตามช่วงเวลา ประวัติศาสตร์ งานด้านการยศาสตร์ สามารถนำผลการวิจัยไปปรับใช้กับการออกแบบสถานที่ทำงาน

อุปกรณ์เครื่องจักรกล เครื่องมือผลิตภัณฑ์ สิ่งแวดล้อมและระบบงาน ด้านโภชนาการ สามารถนำผลไปปรับใช้ในการคาดคะเนความสูง สำหรับการเปรียบเทียบภาวะโภชนาการเด็กวัยเจริญเติบโต งานด้านการแพทย์สามารถนำไปปรับใช้ในการผ่าตัดซ่อมแซมอวัยวะหรือการประดิษฐ์อวัยวะเทียม



## บทที่ 2

### วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การทำนายความสูงและเพศจากขนาดกระดูกไหปลาร้า ขนาดกระดูกสันหลังระดับอกที่ 1-6 ขนาดกระดูกสันหลังระดับเอวที่1-4 โดยผู้วิจัยได้กำหนดประเด็นศึกษาวิจัย ดังนี้

2.1 แนวคิดและทฤษฎีทาง Forensic

2.2 แนวคิดและทฤษฎีทางกายวิภาคศาสตร์ของกระดูกสันหลังระดับอก กระดูกสันหลังระดับเอว และกระดูกไหปลาร้า

2.3 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับภาพถ่ายรังสีเอกซเรย์ทางการแพทย์

2.4 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเหมืองข้อมูล

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย

#### 2.1 แนวคิดและทฤษฎีทาง Forensic

ในส่วนนี้ผู้วิจัยขอนำเสนอออกเป็น 5 หัวข้อ ได้แก่ 1) Personal identification 2) Forensic anthropology/anthroscopy 3) Stature determination ทาง Forensic antropometry 4) Sex determination ทาง Forensic antropometry 5) ประวัติการวิจัยและปฏิบัติงานด้าน Forensic antropology ในประเทศไทย

1) แนวคิดเกี่ยวกับ Personal identification

การพิสูจน์ตัวบุคคลโดยใช้โครงสร้างทางกายวิภาคศาสตร์ (Anatomical) และคุณสมบัติทางการแพทย์ประกอบไปด้วยหลัก 2 ข้อ ได้แก่

1. การพิสูจน์บุคคลโดยใช้คุณสมบัติกว้างๆ หลายอย่างรวมกัน เช่น เพศ ความสูง เชื้อชาติ อายุ ซึ่งได้จากชิ้นส่วนที่พบ นำมารวมกับหลักฐานอื่นๆ เช่น เสื้อผ้า เครื่องประดับ ซึ่งสิ่งเหล่านี้อาจช่วยบอกเพศได้บ้าง และการพิสูจน์ตัวบุคคลโดยการเปรียบเทียบกับข้อมูลต่างๆ เช่น ประวัติการทำฟัน ภาพเชิงซ้อนกับรูปถ่าย ประวัติการผ่าตัด ซึ่งต้องนำมาใช้ให้ตรงกับลักษณะของศพที่พบ ถ้าเป็นศพที่ยังมีสภาพสมบูรณ์ (Intact fresh corpse) ไม่น่ามีชิ้นส่วนครบ จะใช้วิธีการดูจากภายนอกเพื่อระบุตัวบุคคล หรือวิธีเปรียบเทียบกับรูปถ่ายโดยพิจารณาจากสีผม สีผิว แผลเป็น หรือรอยสักต่างๆ แต่ส่วนที่ยากนั้นจะเป็นกรณีที่ศพมีสภาพเน่าเปื่อย (Decomposed corpses) ศพมีสภาพถูกหนักรื้อหรือเป็นชิ้นแยกออกจากกัน (Multilated dismembered corpses) หรือศพที่เหลือเพียงโครงกระดูก ต้องใช้วิธีการศึกษาข้อมูลจากกระดูกเหล่านั้น เพื่อพิสูจน์เชื้อชาติ อายุ เพศ

ส่วนสูงจากการวัดขนาดกระดูก (เลี้ยว หุยประเสริฐ) ซึ่งความน่าเชื่อถือของการพิสูจน์ตัวบุคคลเหล่านี้ เรียกว่า Positive identification ที่เป็นวิธีที่สามารถใช้ยืนยันได้อย่างแม่นยำน่าเชื่อถือ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ไม่สามารถใช้พิสูจน์ตัวบุคคลได้ด้วยตัวเอง แต่มีประโยชน์มากในการนำมาใช้จัดกลุ่มข้อมูลที่ต้องการพิสูจน์ตัวตนให้แคบลง (Christensen, Passalacqua et al. 2014)

2. การตรวจแบบอื่น เช่น ลายพิมพ์นิ้วมือ (Finger print) การศึกษาเกี่ยวกับฟัน (Forensic odontology) ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ (DNA fingerprint) การศึกษาพยาธิสรีรวิทยา (Pathology) การศึกษาภาพถ่ายทางรังสี (Radiology) ในขณะที่กลุ่ม Presumptive identification นั้นเป็นวิธีที่ไม่ได้ใช้คุณสมบัติทางการแพทย์ แต่ใช้คุณสมบัติด้านอื่นๆ เช่น Visual recognition โดยใช้ข้อมูลอื่น ได้แก่ เสื้อผ้า สร้อย แหวน เข็มขัด ที่สวมใส่ และ Personal effect คือการบอกถึงลักษณะเฉพาะตัว เช่น เจาะหู 3 รู รอยสัก แผลเป็น (พรทิพย์ โรจนสุนันท์ 2543), (กัญญารัตน์ ยาประเสริฐ 2556), (Holobinko 2012)

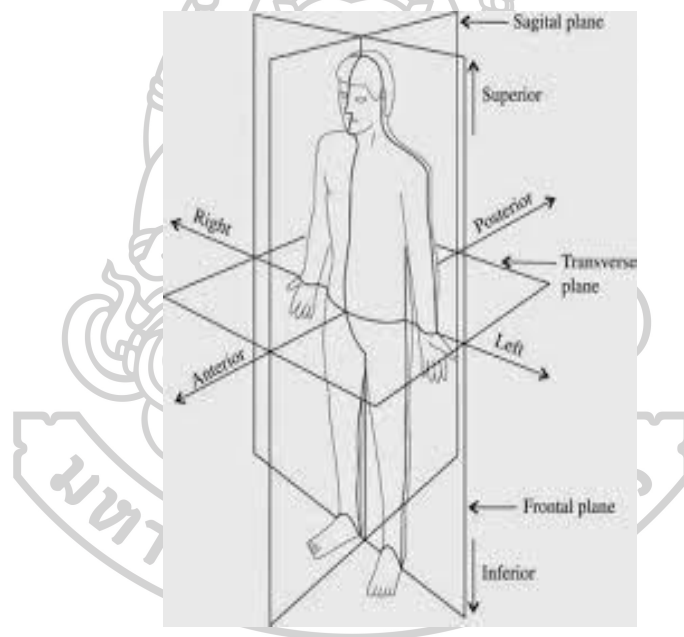
จึงสรุปได้ว่าการตรวจพิสูจน์แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ General identification เป็นการระบุลักษณะของเพศ อายุ ส่วนสูง และเชื้อชาติจากศพโดยตรงจะมีความน่าเชื่อถือมากที่สุด หลังจากนั้นเป็นขั้นตอน Positive หรือ Comparative identification เป็นการเปรียบเทียบข้อมูลศพกับข้อมูลลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล เช่น ภาพถ่ายทางรังสี ผลตรวจ DNA ซึ่งการวัดขนาดสัดส่วนทางนิติวิทยาศาสตร์ (Forensic anthropological) นั้น ถูกใช้เป็นลำดับแรกในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล (C.V.Hurst, Solar et al. 2013)

## 2.) แนวคิดเกี่ยวกับ Forensic antropology/Anthroscopy

การวัดสัดส่วนร่างกาย หรือ Anthropology/antropometry เป็นคำที่มีรากศัพท์มาจากภาษากรีกสองคำมารวมกัน คือ คำว่า Anthropos (Human) แปลว่า มนุษย์ และคำว่า Metron (Measurement) แปลว่า การวัด เมื่อมารวมกันจึงหมายถึง การวัดร่างกายมนุษย์ตามหลักวิทยาศาสตร์ โดยการวัดสัดส่วนต่างๆ ประกอบด้วยส่วนสูง (Height) น้ำหนัก (Body weight) ความกว้าง (Diameter) ความยาวกระดูก (Length) ความหนาชั้นไขมันใต้ผิวหนัง (Skinfold thickness) เส้นรอบวงร่างกาย (Circumference) เป็นต้น (สุทธิ ศรีบุรพา 2559) เป็นการวัดตามหลักทางวิทยาศาสตร์ (Tanuj Kanchan. et al 2013)

ประเภทของการวัดสัดส่วนร่างกาย แบ่งเป็น 1. การวัดสัดส่วนร่างกายในสภาวะร่างกายหยุดนิ่งอยู่กับที่ (Static dimensions) เป็นวิธีการวัดมิติขนาดร่างกายที่อยู่ในท่านิ่ง ไม่มีการเคลื่อนแต่ ละจุด ได้แก่ ความกว้าง ความยาว ความหนา ความโค้ง ความยาวรอบวง ความสูง น้ำหนัก สามารถทำได้โดยอาศัยหลักการทางกายวิภาคมาทำการกำหนดระนาบต่างๆ บนร่างกาย ได้แก่ ระนาบข้าง (Sagittal plan) แบ่งร่างกายออก เป็นข้างซ้าย (Left side) และข้างขวา (Right side) ระนาบหน้า

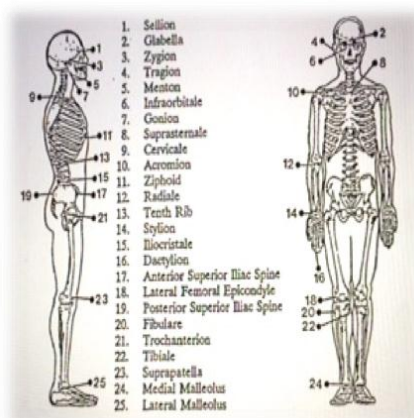
หลัง (Coronal plan) แบ่งร่างกายออกเป็นด้านหน้า (Anterior) และด้านหลัง (Posterior) ระนาบตัดขวาง (Transverse plan) หรือระนาบระดับ (Horizontal plan) แบ่งร่างกายออกเป็นส่วนบน (Superior) และส่วนล่าง (Inferior) นอกจากนี้มีการกำหนดระนาบเพื่อใช้ในการอ้างอิงแล้ว ยังมีการกำหนดจุดอ้างอิงบนร่างกายโดยอาศัยระบบโครงสร้างของกระดูก เพื่อใช้ในการวัดสัดส่วนของร่างกาย จุดอ้างอิงที่กำหนดขึ้นเป็นตำแหน่งของกระดูกส่วนที่ผู้วัดสามารถมองเห็นหรือสังเกตได้ง่าย 2. การวัดสัดส่วนร่างกายขณะอยู่ในท่าเคลื่อนไหว (Dynamic dimensions) เป็นวิธีวัดมิติขนาดร่างกาย ขณะมีการเคลื่อนไหวตามธรรมชาติซึ่งตำแหน่งที่จะทำการวัดต้องมีการกำหนดจุดของข้อต่อตามหลักกายวิภาคศาสตร์ และข้อต่อไม่มีการหลุด สำหรับการอ้างอิงส่วนของร่างกายที่ยื่นออกจากลำตัว ได้แก่ แขนขา (Limb) แบ่งเป็นส่วนต้น (Proximal) ซึ่งเป็นส่วนที่อยู่ใกล้ลำตัว และส่วนปลาย (Distal) เป็นส่วนที่อยู่ไกลลำตัว (บึงอร ฉางทรัพย์ 2514) (สุทธิ ศรีบูรพา 2559)



ภาพที่ 2 ระนาบทางกายวิภาคศาสตร์

ที่มา : Anatomical dictionary. "คำศัพท์ทางกายวิภาคและสรีระวิทยา".

Accessed August 15; 2016. Available from [www.thainurseclub.blogspot.com](http://www.thainurseclub.blogspot.com)



ภาพที่ 3 ตำแหน่งทางกายวิภาคที่ใช้ในการวัดสัดส่วนร่างกาย

ที่มา : บุตรี หลิมวานิช. (2559). "การออกแบบเชิงกายศาสตร์สำหรับเก้าอี้นั่งเรียน". Accessed September 11; 2016. Available from <http://research.northcm.ac.th/attachments/file/130313045620.pdf>

เครื่องมือที่ใช้วัดแบบ Anthroposcopy เป็นเครื่องมือแบบสมัยใหม่ (Modern anthropometer) ที่มีเทคโนโลยีซับซ้อน และต้องอาศัยเทคนิควิธีการทางการแพทย์อื่นๆ ที่จำเป็น เช่น เครื่องถ่ายภาพทางรังสี (Radiography) เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (Computerized tomographyscan) เครื่องสร้างภาพด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic resonance imaging) ความแตกต่างขึ้นอยู่กับความต้องการความละเอียด ความคมชัดของภาพ ขณะทำการวัดสัดส่วนร่างกายต้องอยู่หนึ่ง ข้อมูลที่ได้จากถ่ายภาพทางรังสีจะเป็นข้อมูล 2 มิติ ขณะที่ข้อมูลที่ได้จากเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ และเครื่องสร้างภาพด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจะเป็นข้อมูล 3 มิติ (สุทธิ ศรีบูรพา 2559)

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการวัดสัดส่วนร่างกาย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ดี (Good anthropometric data) ต้องกำหนดกลุ่มตัวอย่างหรือกลุ่มประชากรที่จะทำการวัดโดยระบุเพศ ช่วงอายุ เชื้อชาติ ร่างกายไม่พิการและไม่เคยรับการผ่าตัด ระบุรายละเอียด เทคนิคและวิธีการที่ถูกต้องและได้มาตรฐาน (Describe measurement) ตำแหน่งที่ใช้วัดต้องมีรายละเอียดที่ชัดเจน (Define anatomical landmarks) เพราะสัดส่วนร่างกายมีความแตกต่างกันระหว่างบุคคล (Individual differences) จึงต้องระบุถึงจุดของข้อต่อ ตามหลักกายวิภาคศาสตร์เป็นจุดวัด รวมถึงอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้วัดต้องมีความเฉพาะและได้มาตรฐาน (Describe measurement tool used) ได้แก่ เครื่องวัดส่วนสูงมีแกนสำหรับอ่านระดับความสูง (วัดแนวตั้งฉากกับพื้น) เป็นต้น เพราะฉะนั้นข้อมูลที่ได้ ต้องมีความน่าเชื่อถือได้ (Reliability & Repeatability of measurements) (Holobinko 2012) (สุทธิ ศรีบูรพา 2559)



มีการพัฒนาเทคนิคการวัดต่างๆ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ เพื่อนำผลที่ได้ มาช่วยในการระบุเอกลักษณ์บุคคล จากชิ้นส่วนของศพที่ไม่สามารถระบุตัวบุคคลจากการดูลักษณะภายนอกได้ การวัดขนาดร่างกายมนุษย์โดยนักนิติวิทยาศาสตร์ จะทำการวัดความยาว ความกว้าง ความสูง หรือระยะทางจากจุดต่างๆ ในโครงร่างหรือองค์ประกอบโครงร่าง มนุษย์ในกลุ่มประชากรต่างๆ ทั่วโลก จากชิ้นส่วนกระดูกของมนุษย์ เพื่อประโยชน์ในการคาดคะเนส่วนสูง เพศ อายุ และเชื้อชาติ (กัญญารัตน์ ยาประเสริฐ 2556)

จากแนวคิดดังกล่าวจะเห็นว่า การวัดขนาดสัดส่วนกระดูกมนุษย์ (Forensic anthropology) ตามหลักทางวิทยาศาสตร์ โดยนักนิติวิทยาศาสตร์นั้น สามารถใช้เป็นขั้นตอนแรกในการตรวจพิสูจน์ ตัวบุคคล และจัดว่าเป็นข้อมูลที่เชื่อถือได้ การสร้างรายละเอียดทางชีวภาพต่างๆ ได้แก่ เพศ ความสูง ต้องอาศัยข้อมูลของการวัดสัดส่วนที่ดี มีความน่าเชื่อถือโดยปัจจัยที่เกี่ยวข้องนั้น มีหลายอย่างดังนี้ การกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม การกำหนดระนาบและจุดอ้างอิงที่ถูกต้อง มีเทคนิคและวิธีการที่ถูกต้องและได้มาตรฐาน รวมถึงอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้วัดต้องมีความเฉพาะและได้มาตรฐานเช่นเดียวกัน

### 3.) แนวคิดเกี่ยวกับ Stature determination ทาง Forensic antropometry

Stature รากศัพท์มาจากภาษาลาติน หมายถึง ความสูงหรือขนาดของร่างกาย ความสูงมีความสัมพันธ์กับส่วนสูงของแต่ละบุคคลขณะมีชีวิต ทางด้านวิชาว่าด้วยการวัดขนาดร่างกายทางนิติวิทยาศาสตร์ ความสูงเป็นรูปแบบทางชีวภาพของแต่ละบุคคล ในกระบวนการพิสูจน์ตัวบุคคลด้วยความสูงนั้นเป็นที่การยอมรับในผู้เชี่ยวชาญทางนิติวิทยาศาสตร์และระบบศาลยุติธรรม

ความสูงเป็นหนึ่งในองค์ประกอบหลักของรูปแบบทางชีวภาพ คือ เพศ อายุ เชื้อชาติ และความสูง ซึ่งความสูงนั้นสามารถระบุได้เป็นลำดับแรก ส่วนวิธีการคาดคะเนความสูงจากโครงกระดูกมนุษย์ที่มีความสมบูรณ์และการเก็บรักษาที่แตกต่างกันนั้น มีระยะเวลาการพัฒนามาเป็นเวลานานแล้วอย่าง The fully method , วิธีทางกายภาพ (Anatomical method) จะคำนึงถึงส่วนประกอบโครงกระดูกทั้งหมด ที่มีส่วนทำให้เกิดความสูงและวิธีทางคณิตศาสตร์ (Mathematical method) โดยนำขนาดกระดูกชิ้นเดียวมาคำนวณเพื่อคาดคะเนความสูงได้โดยใช้สูตรการถดถอย ส่วนใหญ่จะใช้ขนาดกระดูกยาวของแขนขา แต่ยังมีวิธีที่สามารถใช้ได้กับกระดูกอื่นๆ อีก เช่น กระดูกเท้า หรือใช้สำหรับกระดูกที่แตกออกมา เช่น กระดูกข้อนิ้วเท้า ปัจจุบันมีการเพิ่มวิธีการคาดคะเนความสูงจาก Image-based material เช่น Closed-circuit television (CCTV) footage และ Computed tomographic (CT scans) สามารถใช้ได้ทั้งบุคคลที่เสียชีวิตและยังมีชีวิตอยู่ ซึ่งแต่ละวิธีการยังเป็นที่ยอมรับและใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

การทำนายความสูงจากขนาดสัดส่วนกระดูกสามารถแยกกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน โดยใช้ความแตกต่างระหว่างเพศ ซึ่งมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความสูงดังนี้ ช่วงเวลาประวัติศาสตร์ ภูมิศาสตร์ และระดับทางสังคมและเศรษฐกิจ พันธุกรรม สิ่งแวดล้อม จิตใจ วิวัฒนาการ สภาพอากาศ พื้นที่ใกล้เส้นรุ้ง การดำเนินชีวิต ภาวะโภชนาการ และข้อมูลความสูงไม่เหมือนข้อมูล อายุและเพศ ที่ชัดเจน ความสูงสามารถคลาดเคลื่อนได้เมื่อใช้หน่วยที่ไม่คุ้นเคย ใช้ประชากรต่างกัน และยังมีข้อจำกัดเรื่องความไม่คงที่ของความสูง พบว่าประชากรจะสูง ขึ้นในตอนเช้าและกลับมาเตี้ยลงในระหว่างวัน ความสูงของซากศพ (วัดจากท่านอน) จะสูงกว่าความสูงขณะมีชีวิต

วิวัฒนาการการวัดขนาดกระดูก มีดังนี้ 1) ผ่านกระดูกโดยตรง 2) ผ่านทางผิวหนัง 3) ผ่านภาพถ่ายทางรังสี ซึ่งการวัดผ่านกระดูกโดยตรงกับผ่านทางภาพถ่าย จะแม่นยำกว่าผ่านทางผิวหนัง

วิวัฒนาการของการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำนายความสูงเรียงลำดับดังนี้ 1) The fully anatomical method เป็นการวัดส่วนประกอบโครงกระดูกทั้งร่างของบุคคล เพื่อที่ใช้ในการสร้างความสูง 2) Anatomical method 3) Mathematical method โดยใช้สมการคณิตศาสตร์ มีการพัฒนาเป็น Regression formula หรือเรียกว่า Long-bone regression methods 4.) Non-Long-bone and Body part regression methods anthropology ทำการศึกษาชิ้นส่วนที่ไม่สมบูรณ์หรือร่างกายแตกแยกเป็นส่วนๆ (Tanuj Kanchan. et al 2013)

จากทฤษฎีความสูงเป็นรูปแบบทางชีวภาพของแต่ละบุคคล เป็นหนึ่งในองค์ประกอบหลักของรูปแบบทางชีวภาพที่สามารถระบุได้เป็นลำดับแรก การคาดคะเนความสูงนั้นสามารถหาได้จากขนาดสัดส่วนของร่างกายมนุษย์ ซึ่งกระดูกเป็นที่ยอมรับว่านำมาใช้คาดคะเนความสูง ได้น่าเชื่อถือที่สุด ทั้งกระดูกยาวและกระดูกอื่นๆ การคาดคะเนที่ได้ขึ้นกับความสมบูรณ์ และการเก็บรักษากระดูกนั้นๆ และปัจจุบันนี้ได้มีการนำเทคนิคเหมือนข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางชีวภาพ ได้แก่ ความสูง เพศ อายุ น้ำหนัก ขนาดชิ้นส่วน ซึ่งเป็นทางเลือกใหม่ของนักนิติวิทยาศาสตร์

4.) แนวคิดเกี่ยวกับ Sex determination ทาง Forensic antropometry

เพศ เป็นหนึ่งในการพิสูจน์ที่ง่ายที่สุดจากโครงกระดูกและเป็นที่น่าเชื่อถือมากที่สุด มีความถูกต้องสูงถึง 95% ถ้าส่วนของโครงกระดูกอยู่ในสภาพดี รูปแบบตัวแปรที่นิยมมาใช้กำหนดเพศมากที่สุด ได้แก่ ความยาว เส้นผ่าศูนย์กลางและเส้นรอบวง (Krisha 2006)

มีการพัฒนาวิธีการทางคณิตศาสตร์เชิงปริมาณและคุณภาพ เพื่อนำมาทำนายเพศ (Holobinko 2012)



จากทฤษฎี เพศเป็นรูปแบบทางชีวภาพของแต่ละบุคคลเช่นเดียวกัน ซึ่งการพิสูจน์เพศจากโครงกระดูกเป็นการพิสูจน์ที่ง่ายที่สุด และมีความน่าเชื่อถือมากที่สุด มีความถูกต้องสูงมาก ถ้าชิ้นส่วนของโครงกระดูกอยู่ในสภาพครบถ้วนสมบูรณ์ มีการใช้สมการคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ปัจจุบันมีการใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลเป็นทางเลือกใหม่ให้นักนิติวิทยาศาสตร์สำหรับใช้วิเคราะห์ข้อมูลที่มีจำนวนมากได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น

#### 5) ประวัติการวิจัยและปฏิบัติงานด้าน Forensic antropology ในประเทศไทย

สำหรับในประเทศไทยนักนิติมานุษยวิทยาได้รับความสนใจหลังจากที่เกิดภัยพิบัติสึนามิปี 2004 ภัยพิบัติครั้งนี้ทำให้นักนิติวิทยาศาสตร์ทั้งหมดตระหนักถึงการพิสูจน์ตัวบุคคลของเหยื่อที่ต้องมีการจัดการที่ดี และความร่วมมือในหมู่ผู้ปฏิบัติงานทางนิติเวช เพื่อตอบสนองต่อขนาดของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นดังกล่าว ซึ่งก่อนหน้านี้การวิจัยทางการศึกษาครั้งแรกในงานมานุษยวิทยาภาพของคนไทย ถูกตีพิมพ์ ในระดับนานาชาติ ในปี 1930 โดยนาย Sankas ทำการศึกษาถึงความจุของกะโหลกศีรษะและความสัมพันธ์กับแต่ละโมดูลของกะโหลกจากคอลเลกชันของพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติสหรัฐ ส่วนนักวิจัยผู้บุกเบิกคนแรกที่ทำงานในกลุ่มตัวอย่างประชากรไทย คือ ดร.สุดแสงวิเชียร ที่ภาควิชากายวิภาค ของคณะแพทยศาสตร์ ในโรงพยาบาลศิริราช ซึ่งผลงานมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาวิธีการประมาณค่าทางเพศ จากทางสัณฐานวิทยาของร่องหูช่วงแรก Preauricular ผู้วิจัยต่อมา ดร. แสงใจ แสงวิเชียร ได้ร่วมในการวิจัยมานุษยวิทยาภาพในประชากรไทย ผลงานแรกมุ่งเน้นไปที่การประมาณความสูงในประชากรไทยและประชากรจีน โดยใช้ความยาวของกระดูกยาวส่วนล่าง จากร่างกายของผู้บริจาคในแผนกกายวิภาคศาสตร์ ได้มีการขยายการศึกษาเพิ่มเติมในการหาความสัมพันธ์ระหว่างการปรากฏตัวของร่องหูและรอยแผลเป็นจากการคลอดในสตรี ส่วนจำแนกเพศนั้น มีผลงานที่ศึกษาจาก 104 โครงกระดูกประชากรไทยสมัยใหม่จากจังหวัดเชียงใหม่ และพัฒนาสมการ จำแนกเพศจากตัวแปรเดียวและหลายตัวแปรจากกะโหลกศีรษะ บางผลงานแสดงให้เห็นว่ากระดูกต้นขาและกระดูกแข้ง สามารถจำแนกเพศในประชากรไทยได้น่าเชื่อถือถึง 97% และมีความถูกต้องในการจำแนกเพศ 94% ตามลำดับ ยังมีการศึกษาในโครงกระดูกอื่นๆ อีก เช่น กระดูกสันนอก กระดูกสันหลัง กระดูก Radius calcaneus ปุ่มกระดูก สะบ้า Metacarpals เขิงกราน Phalanges และเท้า ผลการศึกษากรณีใช้ตัวแปรเดียว ให้ความถูกต้องของการจำแนกเพศต่ำสุด (74%) การเป็นที่ยอมรับต้องมีความแม่นยำสูง (เช่น มากกว่า 85%) และมีการศึกษาพัฒนาสมการในการประมาณค่าความสูง โดยใช้กระดูกยาวจากโครงกระดูกแขนขาของจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 200 ชิ้น และสร้างสมการสำหรับกระดูกแต่ละชิ้น ผลสรุปกระดูกสามารถนำมาประมาณความสูงที่แม่นยำมีความถูกต้องของสมการ นอกจากนี้ยังมีการศึกษากระดูกต้นขา จำนวน 275 ชิ้น เพื่อประมาณค่าความสูง ผลกระดูกต้นขา เป็นกระดูกที่ดีในการทำนายความสูง ซึ่งผลงานของนักนิติมานุษยวิทยาใน

ประเทศไทยนั้น สามารถนำไปใช้ในระบบของตำรวจ เพื่อตรวจสอบการตายผิดธรรมชาติตามกฎหมายของประเทศไทย สำนักงานตำรวจแห่งชาติ จัดให้อยู่ในค่าใช้จ่ายของการระบุเอกลักษณ์บุคคลของผู้ตกเป็นเหยื่อ และการสร้างลักษณะของการเสียชีวิต ในรายงานการชันสูตรศพมีรายละเอียดของการบาดเจ็บ และสาเหตุของการเสียชีวิตจากพยาธิวิทยาของนิติเวช แต่ในประเทศไทยยังไม่มีนักนิติมานุษยวิทยาเป็นบุคลากรหนึ่งในหน่วยงาน เพื่อช่วยในการระบุเอกลักษณ์บุคคลแต่จะถูกจัดการโดยแพทย์นิติเวชแทน (Traithepchanapai, Mahakkanukrauh et al. 2016)

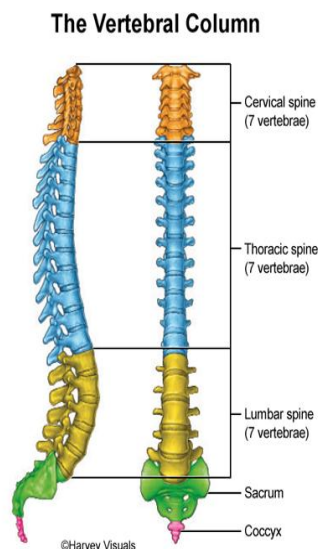
## 2.2 แนวคิดและทฤษฎีทางกายวิภาคศาสตร์

ในส่วนนี้ผู้วิจัยขอนำเสนอออกเป็น 2 หัวข้อ ได้แก่ 1) กายวิภาคศาสตร์ของ Thoracic and Lumbar Vertebra 2) กายวิภาคศาสตร์ของ Clavicle 3) ปัจจัยที่มีผลต่อความแตกต่างของกระดูก 4) ปัจจัยที่มีผลต่อความแตกต่างทางเพศ

### 1) ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของกระดูกสันหลัง

ลำกระดูกสันหลัง (Vertebral column หรือ Back bon) ประกอบไปด้วยกระดูกสันหลัง (Vertebra) จำนวน 26 ชิ้น แต่ละชิ้นถูกแยกออกจากกันด้วยหมอนรองกระดูกสันหลัง (Intervertebral disc) ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิด Fibrocartilage (หมอนรองกระดูกสันหลังมีประโยชน์ช่วยทำให้เกิดการยืดหยุ่นและดูดซับแรงของการเคลื่อนไหว) ลำกระดูกสันหลังทำหน้าที่ป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับไขสันหลังซึ่งอยู่ภายใน นอกจากนี้ยังช่วยในการค้ำจุนการเคลื่อนไหวของศีรษะ ถ่ายน้ำหนักของส่วนบนของร่างกายลงสู่ขาและเท้า เป็นที่ยึดเกาะของกระดูกซี่โครงและกล้ามเนื้อต่างๆ พบว่า กระดูกสันหลังแต่ละชั้นของลำกระดูกสันหลังยึดกันไว้ด้วยพังผืดและกล้ามเนื้อ ทำให้กระดูกสันหลังมีการเคลื่อนไหวที่พอดี และยังป้องกันไม่ให้กระดูกสันหลังแต่ละชั้นแยกออกจากกันอีกด้วย

การแบ่งชนิดของกระดูกสันหลัง (Divisions of vertebrae) ลำกระดูกสันหลังเริ่มตั้งแต่มะโหลกศีรษะจนถึงบริเวณเชิงกราน โดยลำกระดูกสันหลังในผู้ใหญ่มีความยาวทั้งสิ้นประมาณ 70 เซนติเมตร (เพศชายยาวประมาณ 70-75 เซนติเมตร ส่วนเพศหญิงยาวประมาณ 60 เซนติเมตร) ประกอบด้วย กระดูกสันหลังเรียงซ้อนกัน โดยพบว่า ลำกระดูกสันหลังของทารกประกอบด้วยกระดูกสันหลังทั้งสิ้น 33 ชิ้น และเมื่อทารกโตมากขึ้นจะมีกระดูกบางชิ้นที่รวมตัวกันเป็นชิ้นเดียว ได้แก่ Sacrum และ Coccyx ทำให้ผู้ใหญ่มีกระดูกสันหลังเพียง 26 ชิ้น



ภาพที่ 4 กายวิภาคศาสตร์ของ Vertebral column

ที่มา : "Vertebral column". Accessed August 4; 2017. Available from [www.fossilremedies.com](http://www.fossilremedies.com)

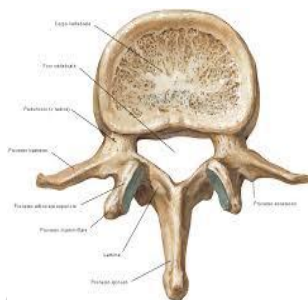
ถ้ากระดูกสันหลังของผู้ใหญ่ประกอบด้วยกระดูกสันหลัง 5 ระดับ แบ่งตามตำแหน่งร่างกาย ได้แก่

1. กระดูกสันหลังระดับคอ (Cervical vertebrae) จำนวน 7 ชิ้น
2. กระดูกสันหลังระดับอก (Thoracic vertebrae) จำนวน 12 ชิ้น
3. กระดูกสันหลังระดับเอว (Lumbar vertebrae) จำนวน 5 ชิ้น
4. กระดูกกระเบนเหน็บ (Sacrum) จำนวน 1 ชิ้น
5. กระดูกก้นกบ (Coccyx) จำนวน 1 ชิ้น

รูปร่างโดยทั่วไปของกระดูกสันหลังแต่ละระดับมีลักษณะที่คล้ายกัน แตกต่างกันในรายละเอียดเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยโครงสร้างที่สำคัญของกระดูกสันหลังแต่ละชิ้นประกอบด้วยส่วน Body (Centrum) ที่มีลักษณะหนาคี่กลมเป็นส่วนที่ติดกับหมอนรองกระดูกสันหลัง (Intervertebral disc) ส่วน Body มีขนาดและความหนาแตกต่างกันออกไปในกระดูกสันหลังแต่ละระดับ โดยส่วน Body ของกระดูกสันหลังพบมีรูที่กระดูกสันหลังระดับอก มีบริเวณที่เกิดเป็นข้อต่อกับกระดูกซี่โครงทำให้เห็นลักษณะเป็นแอ่งเรียกว่า Costal facet

ส่วนของกระดูกที่ที่ยื่นออกไปจาก Body เรียกว่า Vertebral arch โดยทั้ง Body และ Vertebral arch อยู่ล้อมรอบช่องว่างตรงกลางกระดูกสันหลัง เรียกว่า Vertebral foramen (ช่องนี้จะต่อเนื่องกันเกิดเป็นช่องตลอดความยาวของลำกระดูกสันหลัง เรียกว่า Vertebral canal ซึ่งบรรจุไขสันหลัง)

ส่วน Vertebral arch ของกระดูกสันหลังประกอบไปด้วยส่วนที่ยื่นต่อออกไปจาก Body ทางด้าน หลังเรียกว่า Pedicle มีจำนวน 2 ข้าง โดยมีลักษณะเป็นแท่งทรงกระบอก และไปจรดกับ ส่วนยื่นตามขวาง (Transverse process) ทางด้านหลัง จากนั้นเป็นส่วนของ Lamina ที่มีลักษณะ เป็นแผ่นต่อออกไปจาก Transverse process แผ่นทั้งสองข้างเชื่อมติดกันในแนวกลาง จึงทำให้ส่วน ของ Arch มีลักษณะเป็นวงรอบช่องกระดูกสันหลัง



ภาพที่ 5 กายวิภาคศาสตร์โดยทั่วไปของกระดูกสันหลัง เมื่อมองจากทางด้านบน  
ที่มา : "Vertebral". Accessed September 4; 2017. Available from [www.svn.misco.net](http://www.svn.misco.net)

จากส่วนของกระดูกที่เป็น Vertebral arch ของกระดูกสันหลัง มีส่วนของกระดูกที่ยื่น แผลมออกไปจาก Arch เรียกว่า Spinous process โดยอยู่ทางด้านหลังในแนวกลางของกระดูกสันหลัง (ส่วนของ Spinous process นี้สามารถใช้มือคลำได้ในแนวกลางลำตัวทางด้านหลัง) นอกจากนี้ส่วน ยื่นตามขวางหรือ Transverse process เป็นส่วนของกระดูกที่ยื่นออกไปทางด้านข้างจาก Arch มีจำนวนสองข้าง (พบว่าทั้ง Spinous และ Transverse process เป็นที่เกาะของกล้ามเนื้อที่ ทำหน้าที่ในการเคลื่อนไหวกระดูกสันหลัง และยังเป็นที่ยึดของเส้นเอ็นต่างๆ เพื่อยึดกระดูกสันหลัง ให้อยู่กับที่) อย่างไรก็ตามพบว่ากระดูกสันหลังระดับคอที่ 1 ถึง 6 เท่านั้นที่ Transverse process ของมันมีรูปรากฏอยู่ เรียกรูนี้ว่า Transverse foramen โดยรูดังกล่าวเป็นทางผ่านของหลอดเลือดแดง Vertebral ที่ไปเลี้ยงสมอง

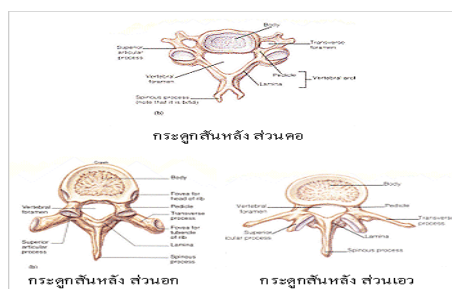
ตรงบริเวณรอยต่อระหว่าง Pedicle และ Lamina พบมีส่วนยื่นของกระดูกสั้นๆ ขึ้นไป ทางด้านบนและลงไปทางด้านล่าง เรียกส่วนยื่นนี้ว่า Superior และ Inferior articular processes โดยปลายของมันมีลักษณะแบนเรียบเรียกว่า Facet ซึ่งไปเกิดเป็นข้อต่อกับ Facet ของกระดูกสันหลัง ขึ้นที่ติดกับมันทั้งทางด้าน บนและด้านล่าง นอกจากนี้ช่องที่เกิดขึ้นระหว่างกระดูกสันหลังแต่ละชิ้น เรียกว่า Intervertebral foramen ซึ่งเป็นทางผ่านของเส้นประสาทไขสันหลัง

ลักษณะของกระดูกสันหลังแต่ละระดับ (Figures of each vertebra) ได้แก่ ระดับคอ (Cervical) ระดับอก (Thoracic) ระดับเอว (Lumbar) ระดับ Sacrum และ Coccyx นั้น มีลักษณะแตกต่างกันออกไป ดังนั้นเมื่อสังเกตกระดูกสันหลังแต่ละชิ้นจะสามารถบอกได้ว่าเป็นระดับใด ความแตกต่างของกระดูกสันหลังแต่ละชิ้นเกิดจากความแตกต่างของการทำงาน การรับน้ำหนัก การยึดเกาะของกล้ามเนื้อ และลักษณะการเคลื่อนไหวโดยกระดูกที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยมีรายละเอียด ดังนี้

กระดูกสันหลังระดับอก (Thoracic vertebra) มีจำนวน 12 ชิ้น (T1-T12) เป็นที่เกาะของกระดูกซี่โครง (Ribs) ทำให้เกิดเป็นโครงอก (Thoracic cage) ขึ้น พบว่า กระดูกสันหลังระดับอก มีขนาดใหญ่กว่าระดับคอ โดย Spinous process มีลักษณะที่ค่อนข้างยาวและวางตัวในทิศทางเฉียงลงมาทางด้านล่าง ส่วน Transverse process ของกระดูกสันหลังระดับ T1-T10 มี Facet สำหรับเกิดเป็นข้อต่อกับส่วน Tubercle ของกระดูกซี่โครงอีกด้วย

เนื่องจากส่วน Body ของกระดูกสันหลังระดับอกมีการติดต่อกับส่วนหัวของกระดูกซี่โครง จึงทำให้มีรอยเว้าจำนวน 2 คู่ เรียกว่า Facets หรือ Demifacets มีทั้งคู่บน (Superior demifacets) และคู่ล่าง (Inferior demifacets) ซึ่งกระดูกสันหลังระดับ T2-T9 มีทั้ง Superior และ Inferior facets ส่วนระดับ T10-T12 มีเพียง 1 คู่เท่านั้น นอกจากนี้พบว่าส่วน Body ของกระดูกสันหลังระดับอก มีลักษณะเป็นรูปหัวใจ ส่วน Vertebral foramen ของกระดูกสันหลังระดับอกมีรูปร่างค่อนข้างกลม

กระดูกสันหลังระดับเอว (Lumbar vertebra) มีจำนวน 5 ชิ้น (L1-L5) เป็นกระดูกสันหลังที่รับน้ำหนักร่างกายค่อนข้างมากจึงทำให้ Body ของมันมีขนาดหนาใหญ่และคล้ายไต ส่วน Pedicles และ Laminae ของมันมีลักษณะสั้นแต่หนากว่ากระดูกสันหลังระดับอื่นๆ นอกจากนี้ส่วน (Spinous process เป็นที่เกาะกล้ามเนื้อหลังเป็นจำนวนมาก) ถ้ามองทางด้านหลังจะสามารถเห็น Spinous process ได้อย่างชัดเจนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในขณะที่ยืดตัวมาทางด้านหน้า ส่วน Vertebral foramen ของกระดูกสันหลังระดับเอวมีรูปร่างสามเหลี่ยม และต่อเนื่องไปกับ Vertebral foramen ของกระดูกสันหลังในระดับอื่นๆ (บังอร ฉางทรัพย์ 2514)



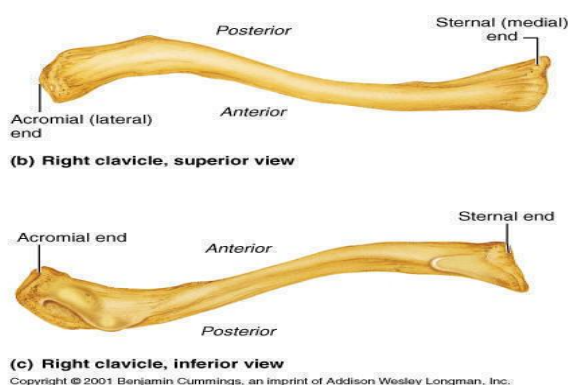
ภาพที่ 6 กายวิภาคศาสตร์ของกระดูกสันหลังระดับอก, ระดับเอว

ที่มา : "กระดูกที่นักกอล์ฟควรรู้". Accessed August 15; 2016. Available from [www.vibhavadi.com](http://www.vibhavadi.com)



## 2) ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของกระดูกไหปลาร้า

กระดูกไหปลาร้า (Clavicle) มีลักษณะเรียวยาวและโค้งงอคล้ายอักษรเอส (S) มีอยู่ 2 ข้าง ในบางครั้งอาจเรียกว่า Collar bone มีหน้าที่ยึดไหล่ไว้กับกระดูกแกนกลางร่างกาย และช่วยให้ข้อไหล่ Shoulder joint แยกออกจากส่วนลำตัวเพื่อให้มีการเคลื่อนไหวที่คล่องตัว เป็นกระดูกที่สามารถคลำได้ (กานดา ใจภักดี 2542)



ภาพที่ 7 กายวิภาคศาสตร์ของกระดูก Clavicle

ที่มา : "The art of medicine. Anatomy clavicle". Accessed August 15; 2016.

Available from [www.theartofmed.wordpress.com](http://www.theartofmed.wordpress.com)

ปลายทางด้านในของกระดูก (Medial end) มีลักษณะหนาและผิวหน้าแบน โดยเกิดเป็น ข้อต่อกับส่วน Manubrium ของกระดูกกลางอก จึงเรียกปลายด้านนี้ว่า Sternal end และเรียกข้อต่อว่า Sternoclavicular ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งมีลักษณะกลมแบน เรียกว่า Lateral end เกิดเป็นข้อต่อกับ Acromial process ของกระดูก Scapular เรียกข้อต่อว่า Acromioclavicular joint

2/3 ทางด้านในของกระดูกมีลักษณะโค้งงอ (Convex) มาทางด้านหน้าและ 1/3 ทางด้านนอกมีลักษณะเว้าไปทางด้านหลัง (Concave) ผิวด้านบนของกระดูกมีลักษณะเรียบ ส่วนผิวทางด้านล่างมีลักษณะเป็นสันและเป็นร่องยาว (Groove) นอกจากนี้ผิวด้านล่างที่บริเวณใกล้กับ Acromial end มีลักษณะเป็นตุ่มนูน เรียกว่า Conoid tubercle ส่วนปลายทางด้าน Sternal end มีพื้นผิวลักษณะขรุขระ เรียกว่า Costal tuberosity

นอกจากจะเป็นที่เกาะของกล้ามเนื้อบริเวณอกและไหล่แล้ว ยังทำหน้าที่ค้ำยันกระดูกสะบัก และแขนส่วนบนให้ห่างออกจากส่วนอก ดังนั้นถ้ากระดูกนี้หักจะทำให้ไหล่ถูกดึงเข้าด้านในและไม่สามารถเคลื่อนไหวได้ นอกจากนี้ส่วนของกระดูกที่หักอาจทำให้เกิดอันตรายต่อหลอดเลือด และเส้นประสาทที่บริเวณนี้ด้วย (บังอร ฉางทรัพย์ 2514)

### 3) ปัจจัยที่มีผลต่อความแตกต่างของกระดูก

การเจริญเติบโตของกระดูก (Growth of bones) กระดูกจะเพิ่มความยาวขึ้นได้โดยที่ตรงกลางระหว่าง Diaphysis และ Epiphysis มาบรรจบกัน มีกระดูกอ่อนแผ่นหนึ่งคั่นอยู่ เรียกว่า Epiphyseal cartilages และเมื่อกระดูกแท่งทั้งสองข้างเจริญขึ้นอีก กระดูกอ่อนแผ่นนี้จะมีแทรกขึ้นเรื่อยๆ (โดยได้รับ Cell osteoblasts มาจาก Periosteum) จะทำให้กระดูกยาวขึ้นทุกที กระดูกจะหยุดเจริญหรือไม่ยาวต่อไปก็ต่อเมื่อ Epiphyseal cartilages นี้หายไปหมดกลายเป็นกระดูกแข็งทั้งหมดคงเหลือแต่เส้นเรียกว่า Epiphyseal line อยู่เท่านั้น กระดูกจะยาวขึ้นเสมอๆ จนอายุ 18 ปี ในเพศหญิง และ 20 ปีในเพศชาย กระดูกโดยมากจะหยุดเจริญ นอกจากกระดูกบางอันเท่านั้น เช่น กระดูก Clavicle ซึ่งจะเจริญต่อไปอีกจนอายุ 25 ปี และกระดูกจะหนาหรือกว้างออกโดยขึ้นในสุดใต้เยื่อหุ้มกระดูก (Periosteum) มีเซลล์กระดูก (Osteoblasts) ทำกระดูกใหม่งอกขึ้นมาใต้ Periosteum เป็นชั้นๆ ขึ้นไปรอบๆ กระดูกทำให้เพิ่มส่วนหนาของกระดูกขึ้นมาใหม่ๆ เกิดขึ้น (จำแพน พรเทพเกษมศิลป์ 2556)

กระบวนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิตของเรา นับจากวัยทารก สู่วัยเด็ก วัยรุ่น และวัยผู้ใหญ่ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงในด้านโครงสร้างของส่วนต่างๆ ของร่างกาย ซึ่งในแต่ละวัยขนาดของร่างกายจะมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันไป การเจริญเติบโตทางร่างกายสามารถสังเกตได้จากน้ำหนัก ส่วนสูง ความยาวของลำตัว ความยาวของช่วงแขนเมื่อกางเต็มที่ ความยาวของเส้นรอบวงศีรษะ ความยาวของเส้นรอบอก การขึ้นของฟันแท้ ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกระดูกทั้งแนวยาวและแนวกว้างของร่างกายมนุษย์ ได้แก่ อาหาร ฮอร์โมน และฮอร์โมน เชื้อชาติ อันเป็นลักษณะติดตัวมาแต่กำเนิดและอิทธิพลที่มาจากสิ่งแวดล้อม เช่น สิ่งแวดล้อมทางด้านเศรษฐกิจ สังคม ภาวะโภชนาการ ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลในครอบครัว ขนบธรรมเนียม ประเพณี และวัฒนธรรม สภาพแวดล้อมทางอารมณ์ การเจ็บป่วย และฤดูกาล เป็นต้น พบว่าการเปลี่ยนแปลงจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นขั้นๆ จากระยะหนึ่งไปสู่อีกระยะหนึ่ง มีการเพิ่มขึ้นของขนาด และมีลักษณะใหม่ๆ เกิดขึ้น (บังอร ฉางทรัพย์ 2514)

#### 3.1 ปัจจัยของฮอร์โมนที่มีผลต่อความแตกต่างของกระดูก

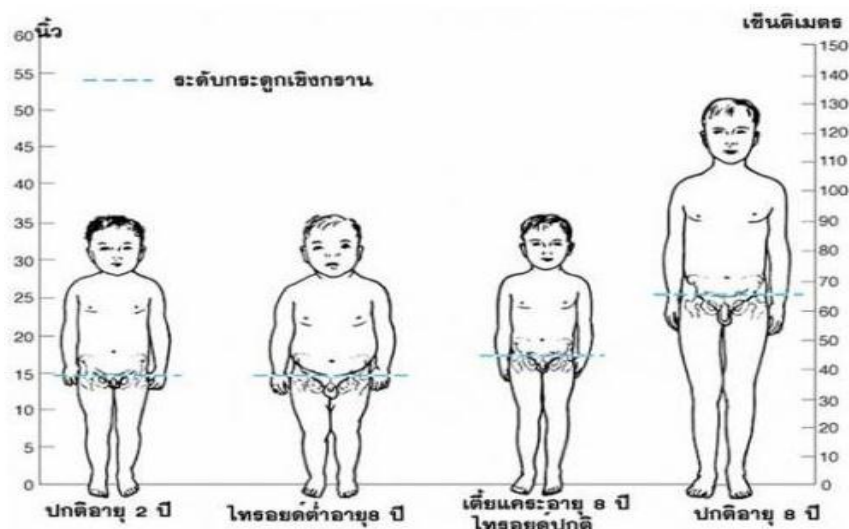
##### 3.1.1 ฮอร์โมนที่มีส่วนสำคัญในการเจริญเติบโตของกระดูก (บังอร ฉางทรัพย์ 2514)

(1) โกรทฮอร์โมน Growth hormone (GH) เป็นฮอร์โมนชนิดโปรตีน (เปปไทด์ฮอร์โมน) โครงสร้างประกอบด้วยกรดอะมิโน 190 ตัว เป็นฮอร์โมนที่ถูกผลิตขึ้นจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า และมีผลต่อการเจริญเติบโต รวมทั้งเมตะบอลิซึมของร่างกาย มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Somatotropin ยีนที่ควบคุมการสร้างโกรทฮอร์โมน อยู่บน q22-24 region ของ

โครโมโซมคู่ที่ 17 และมีลักษณะใกล้เคียงกับยีนที่ควบคุมการสร้าง Human chorionic somatomammotropin (hCS) หรือที่เรียกว่า Placental lactogen ฮอร์โมนทั้ง 3 ชนิด คือ GH, Human chorionic somatomammotropin (hCS) และ Prolactin (PRL) จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต ซึ่งกระบวนการเจริญเติบโตของร่างกายมีความสลับซับซ้อนหลายประการ และอาศัยการทำงานประสานสอดคล้องกันของฮอร์โมนหลายชนิด สำหรับบทบาทสำคัญของโกรทฮอร์โมนในการเจริญเติบโตของร่างกาย มีผลกระตุ้นการเจริญเติบโตของกระดูกยาว ในเมื่อ Epiphyses ยังไม่ปิด โดยกระตุ้นการสร้างกระดูกอ่อน จึงทำให้ Cartilaginous epiphyseal plates กว้างขึ้น จึงทำให้ความสูงของร่างกายเพิ่มขึ้น ซึ่งระดับของ GH ของเด็กที่เกิดใหม่จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วต่อมาจะคงที่ หลังจากนั้นจะลด ลงสู่ระดับในวัยผู้ใหญ่ อีกทั้ง GH ยังกระตุ้นตับและเนื้อเยื่ออื่นๆ ให้สร้าง IGF-I (Insulin-like growth factor-I) ซึ่งมีบทบาทกระตุ้นการแบ่งตัวของเซลล์สร้างกระดูกอ่อน ที่จะทำให้เกิดการเจริญเติบโตของกระดูกกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่ออื่นๆ อีกด้วย IGF-I จะมีระดับสูงสุดในอายุ 13-17 ปี แต่ถ้าร่างกายได้รับ Estrogens จำนวนมาก มีผลทำให้ยับยั้งการสร้าง IGF-I เด็กที่ขาดโกรทฮอร์โมน รูปร่างจะเตี้ยเล็กแต่สมส่วน แต่ถ้า GH หลังมากเกินไป ทำให้เด็กมีร่างกายใหญ่โต เรียกว่า Gigantism ส่วนผู้ใหญ่ที่ Epiphyses ของกระดูกปิดแล้ว ความยาวของกระดูกจะไม่เพิ่มแต่เมื่อเท้าจะใหญ่โตแทนเรียก Acromegaly (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ 2538)

(2) ไทรอยด์ฮอร์โมน (Thyroid hormone) มีผลในการเพิ่มฤทธิ์ของ GH และยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกระดูกอ่อนเป็นกระดูกแข็ง การขาดไทรอยด์ฮอร์โมนเป็นภาวะที่พบได้บ่อย ภาวะหนึ่งพบได้ ประมาณ 2-5% ของประชากรทั่วไป โดยพบได้ในทุกอายุตั้งแต่เด็กแรกเกิด (พบประมาณ 1 คนในเด็กเกิดใหม่ทุก 3,000-4,000 คน) ไปจนถึงผู้สูงอายุ (ประมาณ 15% ของผู้มีอายุ ตั้งแต่ 75 ปี ขึ้นไป) พบในผู้หญิงได้บ่อยกว่าในผู้ชายถึงประมาณ 2-8 เท่า สาเหตุส่วนหนึ่งมาจากไม่มีเซลล์ต่อมไทรอยด์แต่กำเนิดหรือเซลล์ต่อมไทรอยด์สร้างฮอร์โมนไทรอยด์ได้น้อยแต่กำเนิด (Congenital hypothyroid) เมื่อเกิดในเด็กจะทำให้เด็กเจริญเติบโตช้ารูปร่างเตี้ยกว่าเกณฑ์มาก ที่เรียกว่า Cretins (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ 2538)





ภาพที่ 8 ความผิดปกติของกระดูกจากภาวะขาด Growth hormone และ Thyroid hormone  
ที่มา : "ความผิดปกติของโกรทฮอร์โมน". Accessed August 15; 2016.

Available from [www.il.mahidol.ac.th](http://www.il.mahidol.ac.th)

(3) ฮอร์โมนกลูโคคอร์ติคอยด์ (Glucocorticoids) คือ ฮอร์โมนที่สร้างจากแอดรีนัลคอร์เทกซ์ (Adrenal cortex) ที่เป็นเปลือกนอกของต่อมแอดรีนัล (Adrenal gland) มีผลต่อการเจริญเติบโต ถ้าฮอร์โมนกลูโคคอร์ติคอยด์มีความเข้มข้นสูงจะยับยั้งความสูงของเด็กจากการยับยั้ง Growth hormone และยับยั้งการสร้างโปรตีนในเซลล์ต่างๆ ที่เป็นปัจจัยสำคัญที่ใช้ในการเจริญเติบโต (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ 2538) ในกลุ่มอาการ ที่เรียกว่า คushing's syndrome) จากการที่มีเนื้องอกของต่อมหมวกไตส่วนนอก หรือได้รับ การรักษาด้วยยาหรือฮอร์โมนที่มีคอร์ติโคสเตรอยด์เป็นส่วนผสม เพื่อป้องกันอาการแพ้ภูมิแพ้ติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน เกิดขึ้นได้ทั้งเพศชายและเพศหญิง ซึ่งใบหน้าจะกลมคล้ายดวงจันทร์ (Moon face) บริเวณคอมีหนอกยื่นออกมา (Buffalo hump) มีอาการกล้ามเนื้ออ่อนแรง เนื่องจากการสลายโปรตีนและไขมันตามบริเวณแขน ขา ทำให้แขนขาเรียว ผิวบางเห็นเส้นเลือดฝอย พบเส้นเลือดแตกที่หน้าท้อง (Red stria) ขาดประจำเดือน (Amenorrhea) กระดูกผุ ตัวเตี้ย ติดเชื้อง่าย (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ 2538)



ภาพที่ 9 ความผิดปกติของกระดูก จากภาวะฮอร์โมนของต่อมหมวกไต กลุ่มกลูโคคอร์ติคอยด์ออกฤทธิ์มากกว่าปกติ

ที่มา : "Cushing's syndrome". Accessed August 15; 2016. Available from [www.slideshare.net](http://www.slideshare.net)

(4) ฮอร์โมนอินซูลิน (Insulin) คือ ฮอร์โมนที่สร้างจากตับอ่อน (Pancrease) จะช่วย Lipogenesis การกระตุ้นการสังเคราะห์โปรตีนจากกรดอะมิโน และยับยั้งการสลายโปรตีนจะช่วยเร่งการเจริญเติบโต (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ 2538)

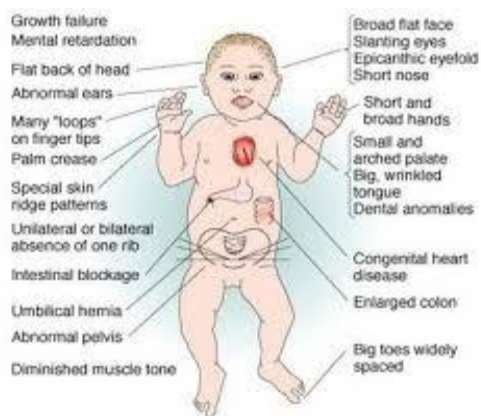
(5) ฮอร์โมนแอนโดรเจน (Androgen) ออกฤทธิ์ต่อการเจริญเติบโต โดยจะเพิ่มการสังเคราะห์ และลดการสลายโปรตีน จึงทำให้อัตราการเจริญเติบโตของร่างกายเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังทำให้ Epiphyses หยุดเจริญเติบโต แต่ถ้าในวัยเด็กมีฮอร์โมนน้อยเกินไปจะเรียกภาวะนี้ว่า Eunuchoidism ทำให้มีร่างกายสูงเพราะ Epiphyses ยังเปิดอยู่ แต่มีร่างกายผอมและไม่ค่อยมีกล้ามเนื้อ ร่างกายจึงคล้ายผู้หญิง ยังมีเสียงแหลมร่วมด้วย (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ 2538)

(6) ฮอร์โมนเอสโตรเจน (Estrogen) จะถูกสังเคราะห์ขึ้นจากสเตียรอยด์ (Steriod) ซึ่งมีผลต่อการกระตุ้นในการสร้างโปรตีน จากการกระตุ้นการหลั่งแอนโดรเจน (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ 2538) ฮอร์โมนเอสโตรเจนในเด็กสาวแต่ละ คนจะมีมากน้อยแตกต่างกันไป ขึ้นกับเชื้อชาติ เผ่าพันธุ์ และการรับประทานอาหารในวัยเด็ก Estrogen สามารถกระตุ้น Epiphyseal plate ได้ดีกว่า Testosterone จึงทำให้เพศหญิงเติบโตได้เร็วกว่าเพศชาย และจะหยุดการเติบโตในขณะอายุน้อยกว่า เพื่อไม่ให้มีการเจริญเติบโตจนมากเกินไป จึงมีผลให้เพศชายมีร่างกายที่สูงและใหญ่กว่าเพศหญิง การขาดฮอร์โมนเอสโตรเจนทำให้อันกระดูกโปร่งบาง กระดูกหักง่าย เตี้ย เนื่องจากหลังค่อม (บังอร ฉางทรัพย์ 2514)

### 3.2 ปัจจัยของพันธุกรรมที่มีผลต่อความแตกต่างของกระดูก

พันธุกรรม (Heredity) คือ ลักษณะต่างๆ ทั้งทางกายและทางพฤติกรรมที่ถ่ายทอดจากบรรพบุรุษสู่ลูกหลาน การถ่ายทอดนี้ผ่านทางเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อและแม่ ลักษณะต่างๆ จากพ่อและแม่จะถ่ายทอดไปสู่ลูกโดยทางเซลล์สืบพันธุ์นี้ ซึ่งเรียกว่า โครโมโซม (Chromosome) สำหรับมนุษย์จะมีโครโมโซม 23 คู่ หรือ 46 ตัว มีอยู่คู่หนึ่งที่ทำหน้าที่กำหนดเพศหญิงหรือเพศชาย อิทธิพลของพันธุกรรมที่มีต่อมนุษย์ คือ เป็นตัวกำหนดเพศ รูปร่าง ชนิดของโลหิต สีผม ผิว ตา และระดับสติปัญญา เป็นต้น นักจิตวิทยาหลายคน เช่น แอนนาตาซี (Anastasi) ได้กล่าวว่า พันธุกรรมมีอิทธิพลต่อการพัฒนาการของมนุษย์เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งยีน (Gene) ที่แตกต่างกันจะเป็นตัวกำหนดให้แต่ละบุคคลมีพัฒนาการที่แตกต่างกัน ส่วนใหญ่แล้วพันธุกรรมจะมีผลต่อพัฒนาการทางด้านร่างกายมากที่สุด (บังอร ฉางทรัพย์ 2514)

พันธุกรรมเป็นเครื่องบ่งชี้ความสูงของคน ถ้าพ่อแม่สูงลูกมีแนวโน้มสูงตามพ่อแม่ ในทางกลับกันถ้าพ่อแม่เตี้ย ลูกมีแนวโน้มเตี้ยเช่นเดียวกัน ยกเว้นลูกมีพันธุกรรมสูงแฝงมาจากปู่ย่าตายาย ลูกคนนั้นก็อาจจะสูงได้ ส่วนโรคจากความผิดปกติของโครโมโซม ได้แก่ กลุ่มอาการดาวน์ (Down's syndrome) เด็กจะเตี้ยโตช้า กลุ่มอาการเทอร์เนอร์ (Turner syndrome) ทำให้เด็กหญิงมีลักษณะตัวเตี้ยแคระ และโรคจากความผิดปกติของยีนในตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่ง (Single gene defect) เช่น โรคจากยีนลักษณะเด่นออโตโซมัล (Autosomal dominant) ทำให้คนเตี้ยแคระ แขนขาสั้น มีความเสี่ยงในการถ่ายทอดให้ลูกแต่ละคน ส่วนโรคจากยีนลักษณะด้อยออโตโซมัล (Autosomal recessive) ได้แก่ โรคทาลัสซีเมีย มีผลทำให้เด็กไม่เจริญเติบโต อีกทั้งความผิดปกติของยีนหลายยีน (Polygenic) ได้แก่ กระดูกข้อสะโพกเคลื่อนหรือหลุด (Congenital hip subluxation dislocation หรือ Developmental dysplasia ของข้อสะโพก) ภาวะเท้าปุก (Congenital clubfoot) ลักษณะเท้าที่ช่วงหน้าและช่วงกลางของเท้าบิดเข้าในและเอียงเข้า ส่วนสันเท้ามีลักษณะบิดเข้าในและชี้ลง เกิดจากการเคลื่อนที่เข้าในและลงล่างของข้อต่อ Talocalcaneonavicular และ Calcaneocuboid เป็นการผิดปกติของเท้าที่มีลักษณะแข็งขยับเขยื้อนได้ยาก, Arthrogryposis multiplex congenital (AMC) หรือ Multiple congenital contracture (MCC) เป็นกลุ่มอาการที่มีข้อติดแข็งหลายข้อ (กมลทิพย์ หาญผดุงกิจ 2542) มีผลต่อความสูงของรูปร่าง



ภาพที่ 10 ความผิดปกติของกระดูก จากความผิดปกติของโครโมโซม ในกลุ่มอาการ Down's syndrome ที่มา : "Down's syndrome". Accessed August 15; 2016. Available from [www.qsota.com](http://www.qsota.com)



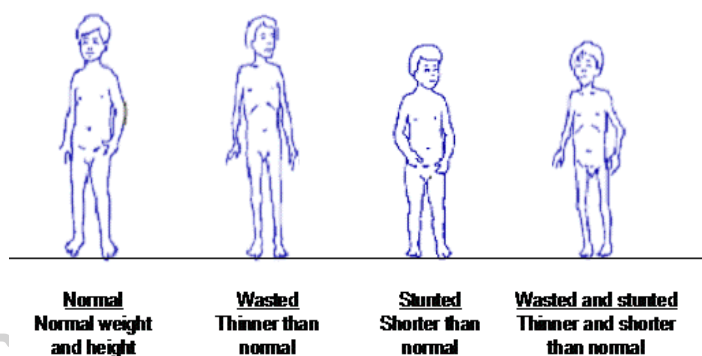
ภาพที่ 11 ความผิดปกติของกระดูก จากยีนที่มีลักษณะด้อยออโตโซมัล ได้แก่ โรคทาลัสซีเมีย ที่มา : ความรู้ทางการแพทย์. "อยากมีลูกจำนวนน้อยๆ แต่ต้องสมบูรณ์แข็งแรง".

Accessed August 15; 2016. Available from: [www.phyathai.com](http://www.phyathai.com)

### 3.3 ปัจจัยของโภชนาการที่มีผลต่อความแตกต่างของกระดูก

การรับประทานอาหารที่ดีมีประโยชน์ ได้รับสารอาหารครบถ้วน จะช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโตและแข็งแรง สิ่งที่แสดงให้เห็นว่าร่างกายมีการเจริญเติบโต (Growth) ซึ่งหมายถึงเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงโดยการเพิ่มขนาดทั้งร่างกายและเพิ่มขนาดเฉพาะที่ เช่น ขนาดอวัยวะต่างๆ ส่วนการเจริญเติบโตทั้งร่างกายคือ การที่มีน้ำหนักตัวและส่วนสูงเพิ่มขึ้น ในเด็กแรกเกิดมีความยาว

ประมาณ 50 เซนติเมตร ต่อมาความยาวจะเพิ่ม ขึ้นเป็น 2 เท่าเมื่ออายุ 4 ขวบ และ 3 เท่าเมื่ออายุ 13 ขวบ โดยเฉลี่ยในขวบปีแรกจะมีความยาวเพิ่มขึ้น 25 เซนติเมตร ขวบปีที่สองมีความยาวเพิ่มขึ้น 12.5 เซนติเมตร และในขวบปีที่สามเพิ่มขึ้น 7.5-10 เซนติเมตร หลังจากนั้นจะมีความสูงเพิ่มขึ้นปีละ 5-7.5 เซนติเมตร เมื่อเข้าสู่วัยรุ่น เด็กผู้หญิงจะสูงขึ้นปีละ 6-7 เซนติเมตร จะมีส่วนสูงเต็มที่เมื่อมีอายุระหว่าง 14-15 ปี หลังจากนั้นก็จะสูงเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อย ในขณะที่เด็กผู้ชายเมื่ออายุระหว่าง 17-18 ปี ส่วนสูงจะเพิ่มขึ้นปีละ 7-9 เซนติเมตร หลังจากนั้นส่วนสูงจะเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อย จะเห็นว่าความสูงของร่างกายจะเพิ่มขึ้นอย่างพอเหมาะ กับน้ำหนักตัว (กิ่งแก้ว ปาจารย์ 2542) การได้รับสารอาหารที่พอเพียงเริ่มตั้งแต่อยู่ในท้องแม่ วัยก่อนเรียน วัยเรียน จนกระทั่งวัยรุ่น เด็กจะมีการเจริญเติบโตด้านความสูงอย่างเต็มที่ ยกเว้นเด็กที่มีภาวะขาดอาหารเป็นระยะ จะมีการเจริญเติบโตด้านความสูงไม่เต็มที่ เด็กที่ขาดอาหารเรื้อรังจะเป็นเด็กที่ตัวสั้น และเตี้ยถึงแม้พ่อแม่จะสูงก็ตาม ถ้าการขาดสารอาหารติดต่อกันหลายๆ ชั่วโมงๆ ลูกหลานจะมีลักษณะเตี้ยลงๆ เรื่อยๆ



ภาพที่ 12 ความผิดปกติของกระดูกในการเจริญเติบโต เนื่องจากภาวะขาดสารอาหาร  
ที่มา : "Types of malnutrition". Accessed August 15; 2016. Available from [www.conflict.ishtm.ac.uk](http://www.conflict.ishtm.ac.uk)

ประเภทของหมู่อาหารที่สำคัญที่สุดคือ โปรตีนและเกลือแร่ (แคลเซียม) รวมทั้งอาหารกลุ่มอื่นๆ เช่น อาหารที่พลังงาน และวิตามิน

3.3.1 สารอาหารประเภทโปรตีน มีความสำคัญต่อการขยายตัวและแบ่งตัวของเซลล์กระดูกบริเวณส่วนปลายของกระดูกยาว ทำให้กระดูกมีการขยายตัวมากขึ้น ซึ่งโปรตีนในเซลล์กระดูกทำหน้าที่เป็นโครงและจะมีแคลเซียม เกลือฟอสเฟตพอสมาเกาะทำให้เป็นกระดูก สารอาหารโปรตีน ได้แก่ จำพวกเนื้อสัตว์ นม ไข่ และถั่วต่างๆ ควรเริ่มตั้งแต่ในท้อง เพื่อให้เด็กที่เกิดใหม่มีร่างกายอยู่ในเกณฑ์ปกติ ในวัยทารกความต้องการโปรตีนมากกว่าในวัยอื่น เช่น ในช่วง 3-5 เดือนประมาณ 2.18 กรัมต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัมต่อวัน ดังนั้นสาร อาหารโปรตีนที่เพียงพอจึงมีความจำเป็นต่อการเติบโตของกระดูก ถ้าขาดสารอาหารโปรตีนเป็นเวลานานเด็กจะหยุดการเจริญเติบโต (สิริพันธ์ จุลกังกะ 2545)





ภาพที่ 13 ความผิดปกติจากภาวะขาดสารอาหารประเภทโปรตีนชนิด Kwashiorkor

ที่มา : "Daily dose post. Marasmus". Accessed August 15; 2016.

Available from [www.healthcarethai.com](http://www.healthcarethai.com)

3.3.2 สารอาหารประเภทแร่ธาตุแคลเซียม (Calcium) มีความสำคัญต่อมวลกระดูก และการขยายตัวของกระดูก โดยเฉพาะในวัยเด็กที่กำลังเจริญเติบโต และมีความสำคัญมากขึ้นใน วัยรุ่นที่เริ่มมีช่วงโตเร็ว จะมีการสะสมมวลกระดูกเพิ่มขึ้นมากด้วย สารประกอบแคลเซียมจะอยู่ใน โพรงกระดูกส่วนใหญ่จะอยู่ที่ตอนปลายของกระดูก ซึ่งเรียกว่า ทราบะคูลาร์ (Trabeculae) ถ้าร่างกาย ได้รับแคลเซียมเพียงพอ ทราบะคูลาร์จะได้รับการพัฒนาอย่างดี จะทำให้ส่วนปลายของกระดูกแข็งแรง สามารถพบได้มากในอาหารจำพวกนม และผลิตภัณฑ์จากนม กุ้งแห้ง กะปิ ปลาเล็กปลาน้อยที่กินได้ ทั้งก้าง งาดำ ถั่วต่างๆ เต้าหู้ ผักใบเขียวเช่น ผัก คะน้า ผักกวางตุ้ง และผักกาดเขียว เป็นต้น (มนต์ชัย ชาลาประวรัตน์ 2539) (สิริพันธ์ จุลกังคะ 2545) ถ้าขาดสารอาหารประเภทแคลเซียม จะทำให้การ เติบโตของกระดูกผิดปกติ (Bone malformation) ทำให้มีแคลเซียมไปจับเกาะ (Calcification) กระดูกและฟันซ้าลง แต่ถ้ามีการขาดฟอสฟอรัสและวิตามินดีร่วมกับกระดูกจะมีการพอร์ทัวผิดปกติ ที่พบบ่อยได้แก่ การมีกระดูกสั้นกว่าปกติและมีกพบแนวเส้นยับยั้ง (Exhibit line) ที่กระดูก (กระดูก จะไม่แข็งและอ่อน ทำให้มีรูปร่างลักษณะแตกต่างออกไป เช่น โรคกระดูกอ่อนในเด็ก (Ricket) (บงอร ฉางทรัพย์ 2514) (สิริพันธ์ จุลกังคะ 2545)

3.3.3 สารอาหารประเภทแร่ธาตุแมกนีเซียม (Magnesium) มีส่วนร่วมในการสร้าง ฟันและกระดูก สร้างเสริมกระดูกให้แข็งแรง ยังทำหน้าที่สำคัญในการควบคุมการขนส่งและการดูดซึม แคลเซียมเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ อีกทั้งช่วยป้องกันภาวะกระดูกเปราะ กระดูกพรุน และยังช่วยในเรื่อง การเจริญเติบโตพบ ส่วนใหญ่ในอาหารจำพวกกล้วย เม็ดมะม่วงหิมพานต์ ถั่วลิสง และถั่วเหลือง เป็นต้น ถ้าขาดแมกนีเซียม จะทำให้กระดูกอ่อนจนร่างกายรับน้ำหนักไม่ไหว และแตกหักง่าย (สิริพันธ์ จุลกังคะ 2545)



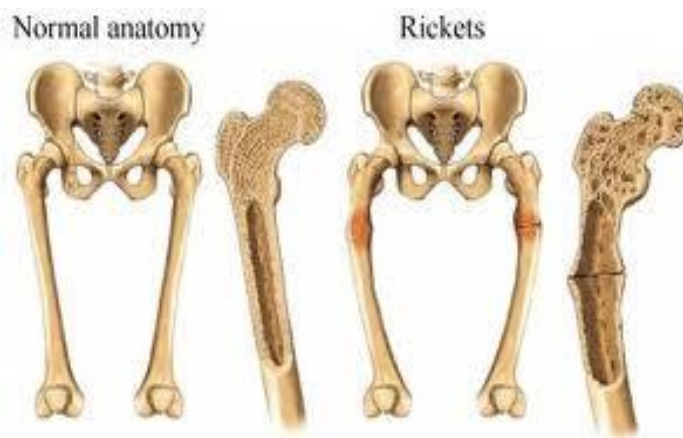
3.3.4 สารอาหารประเภทแร่ธาตุฟอสฟอรัส (Phosphorus) เป็นส่วนสำคัญในการเจริญเติบโต ของกระดูกและฟันให้เป็นไปอย่างปกติ พบในอาหารเกือบทุกชนิด เนื้อ (Meats) สัตว์ปีก (Poultry) และปลา มีฟอสฟอรัสมากกว่าแคลเซียม ไข่ เมล็ดธัญพืช นัท ถั่วเมล็ดแห้ง เมล็ดพืชของ เมล็ดแตงโม และเมล็ดทานตะวัน การขาดฟอสฟอรัสจะทำให้การเจริญเติบโตช้าลง กระดูกและ ฟันเปราะและแตกง่าย ส่วนการขาดความสมดุลระหว่างแคลเซียมและฟอสฟอรัส มีผลทำให้เป็นโรค กระดูกอ่อน (Rickets) และฟันผุ (บังอร ฉางทรัพย์ 2514) (สิริพันธ์ จุลกังคะ 2545)

3.3.5 สารอาหารประเภทแร่ธาตุโพแทสเซียม (Potassium) มีหน้าที่เสริมสร้างความ แข็งแรงของกระดูก โดยการช่วยรักษาแคลเซียมไว้ในร่างกายที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต พบใน อาหารเกือบทุกชนิด แหล่งอาหารที่สำคัญ คือ เนื้อสัตว์ ผักทุกชนิดโดยเฉพาะผักใบเขียวและผลไม้ เช่น กล้วย ส้ม ฝรั่ง ถ้าขาดโพแทสเซียม จะเกิดความเสี่ยงของกระดูกที่จะแตกหักง่าย (สิริพันธ์ จุลกังคะ 2545)

3.3.6 สารอาหารประเภทวิตามินดี (Vitamin D) มีหน้าที่ในการส่งเสริมการ เจริญเติบโตของเด็ก มีความสำคัญในการสร้างกระดูกและฟัน เนื่องจากวิตามินดีช่วยในการดูดซึม แคลเซียมจากลำไส้ แต่ส่วน หนึ่งร่างกายจะสังเคราะห์ขึ้นเอง เมื่อร่างกายได้รับแสงแดดอ่อนๆ อัตรา การสังเคราะห์วิตามินดีจะสูงขึ้น ดังนั้นแหล่งของวิตามินดีที่สำคัญคือแสงแดด และแหล่งอาหารที่มี วิตามินดี ได้แก่ นม ปลาแซลมอน ปลาซาร์ดีน ไข่แดง เห็ดหอม น้ำมัน พืช และน้ำมันตับปลา เป็นต้น ถ้าร่างกายขาดวิตามินดีจะทำให้เกิดโรคกระดูกอ่อนในเด็ก จะปรากฏอาการขาโก่ง (Bow legs) เพราะกระดูกขาอ่อน ไม่แข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนัก อีกทั้งข้อเข่าโค้งเข้าหากัน (Knock-knees) เพราะกระดูกขาอ่อน ไม่แข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักตัวเช่นเดียวกัน กระดูกข้อต่างๆ มีขนาดขยาย เช่น กระดูกข้อมือ ข้อเท้า และหัวเข่าไปโตผิดปกติ (บังอร ฉางทรัพย์ 2514) (สิริพันธ์ จุลกังคะ 2545)

3.3.7 สารอาหารประเภทวิตามินซี (Vitamin C) มีความจำเป็นในการสังเคราะห์ Collagen fiber ที่ช่วยเสริมความยืดหยุ่นให้แก่กระดูกและช่วยในขบวนการสะสมแร่ธาตุในส่วนพื้น ของกระดูก (Matrix mineralization) และนอกจากนี้ยังมีผลต่อการฝังตัวของแคลเซียมอีกด้วย พบมากในจำพวก ผลไม้และผักต่างๆ เช่น มะขามป้อม ผลไม้จำพวกส้ม มะละกอ ฝรั่ง กล้วยน้ำว้า มะเขือเทศ คื่นช่าย กะหล่ำปลี การขาดวิตามินซีพบในทารกที่กินนมวัวจะมีปริมาณวิตามินซีต่ำ มีผล ทำให้การเจริญเติบโตช้าลง (บังอร ฉางทรัพย์ 2514) (สิริพันธ์ จุลกังคะ 2545)

3.3.8 สารอาหารประเภทวิตามินเอ (Vitamin A) ช่วยในการเจริญเติบโต มีบทบาท สำคัญในการสร้างกระดูกและฟัน พบมากในตับ น้ำมันตับปลา ไข่ นม เนย ผักและผลไม้ที่มีสีเหลือง และเหลือง การขาดวิตามินเอ มีผลทำให้เด็กไม่เจริญเติบโต การสร้างกระดูกส่วนปลายของกระดูก ยาว (Epiphysis) ผิดปกติ กระดูก จะไม่เจริญมีความหนาและใหญ่ หมดสภาพในการโค้งงอ มีผลทำ ให้เด็กรูปร่างเล็กแคระแกรนได้ (สิริพันธ์ จุลกังคะ 2545)



ภาพที่ 14 ความผิดปกติของกระดูกที่มีภาวะกระดูกอ่อน (Rickets) จากการขาดสารอาหารประเภท  
เกลือแร่และวิตามิน

ที่มา : "Qsota medical. Rickets in children".

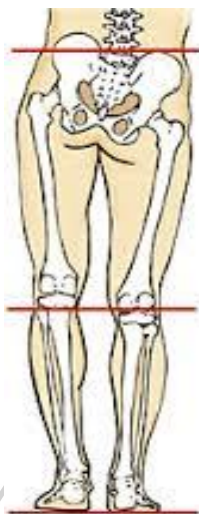
Accessed August 15; 2016. Available from [www.qsota.com](http://www.qsota.com)

### 3.4 ปัจจัยของการบาดเจ็บและโรคภัยแต่กำเนิดที่มีผลต่อความแตกต่างของกระดูก

กระดูกเป็นโครงสร้างของร่างกายมนุษย์ เพื่อให้คงรูปร่างลักษณะและเคลื่อนไหวได้ ถ้ากระดูกอยู่ในภาวะปกติแต่กำเนิด การเจริญเติบโตเป็นปกติ เมื่อโตขึ้นจะมีกระดูกที่ปกติเช่นเดียวกัน แต่ถ้ามีภาวะผิดปกติ อาจเป็นภาวะผิดปกติตั้งแต่กำเนิด หรือจากการการเจริญเติบโตผิดปกติ ซึ่งมีหลายสาเหตุ เช่น เกิดจากอุบัติเหตุ การติดเชื้อในกระดูกและข้อ จากพัฒนาการที่ไม่สมบูรณ์

3.4.1 การบาดเจ็บจากการเล่นกีฬาบางประเภท เช่น ยิมนาสติก เป็นกีฬาที่ต้องใช้ความคล่องตัว และจำเป็นต้องมีการฝึกซ้อมอย่างหนัก ทำให้ต้องใช้พลังงานมาก และการกระโดด กระแทกซ้ำๆ ของกระดูกขาทำให้เกิดการบาดเจ็บซ้ำๆ บริเวณปลายกระดูก ส่งผลให้ส่วนสูงสุดท้ายเตี้ยกว่าพันธุกรรมในรายที่กระดูกปิดการเติบโตแล้ว

3.4.2 โรคภัยที่เป็นมาแต่กำเนิด ถ้าป่วยมาแต่เด็กก็จะทำการเจริญเติบโตช้า ซึ่งโรคที่เกิดความผิดปกติของกระดูก พบได้ประปรายทั้งเรื่องของมวลกระดูก ความแข็งแรงของเนื้อกระดูก และภาวะที่มีการทำลายเซลล์กระดูกบางส่วน ทำให้เกิดความพิการ เท้าแป เท้าบิด กระดูกข้อเท้า ตั้งตรงแต่กำเนิด ขาเก ขาโก่ง ขาสองข้างไม่เท่ากัน คอเอียง หลังค่อม กระดูกสันหลังคด ตัวเตี้ยมาก แขนโก่ง แขน ผิดรูป กระดูกสะบ้าสูงกว่าปกติแต่กำเนิด กระดูกหัก ข้อเคลื่อน หรือไม่มีกระดูกแข็ง กระดูกอ่อนแต่กำเนิด เป็นต้น สามารถดูอายุกระดูกได้จากการถ่ายภาพรังสีที่มีมือและข้อศอกของเด็ก แล้วนำมาเปรียบเทียบกับภาพรังสีมาตรฐานของเด็กปกติตามเพศ และวัยต่างๆ อ่านออกมาเป็นปี และเดือน (กมลทิพย์ หาญผดุงกิจ 2542)



ภาพที่ 15 ความผิดปกติของกระดูกตั้งแต่กำเนิดที่สามารถพบในโรค Leg length discrepancy  
ที่มา : "Short leg syndrome part 2". Accessed August 15; 2016.  
Available from [www.erikdalkon.com](http://www.erikdalkon.com)

อีกทั้งโรคหัวใจ โรคตับ โรคไต โรคติดเชื้อเรื้อรัง เช่น วัณโรค โรคเอดส์ ที่มีผลทำให้ร่างกาย สร้างฮอร์โมน IGF-1 ลดลง และส่งผลต่อทำให้การเจริญเติบโตช้าลง ซึ่งมีผลต่อความสูงที่ควรจะเป็น (บังอร ฉางทรัพย์ 2514)

### 3.5 ปัจจัยของการออกกำลังกายที่มีผลต่อความแตกต่างของกระดูก

การออกกำลังกายจะช่วยทำให้กระดูกมีการเจริญเติบโตเป็นไปตามปกติ และกระดูกมีความแข็งแรง มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น กระดูกมีขนาดใหญ่กว่าและมีความหนาของกระดูกชั้นนอกมากกว่า ซึ่งเป็นเป้าหมายของสภาพกระดูกที่ดี การเรียนรู้ที่จะฝึกหัดหรือฝึกฝน โดยเฉพาะการเล่นกีฬา และการทำกิจกรรมต่างๆ จะทำให้พัฒนาการของกล้ามเนื้อดี และทำให้ร่างกายเจริญเติบโตเร็วขึ้น เนื่องจากไปเพิ่มระดับฮอร์โมนในการเจริญเติบโต แต่ถ้าเด็กขาดการออกกำลังกาย จะมีผลกระทบต่อกกระดูกได้ และปัญหาการเจริญเติบโตอาจจะออกไปทางด้านน้ำหนักตัวที่มากเกินไปแทน (ไกรสิทธิ์ ตันติศิริพันธ์ 2531)

### 3.6 ปัจจัยของสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อความแตกต่างของกระดูก

3.6.1 สิ่งแวดล้อม (Environment) ได้แก่ สิ่งที่อยู่รอบตัวบุคคลนั้นๆ ทั้งสิ่งที่มีชีวิต และสิ่งที่ไม่มีชีวิตสิ่งแวดล้อม (Environment) ได้แก่ สิ่งที่อยู่รอบตัวบุคคลนั้น นอกจากนั้นสิ่งแวดล้อมยังหมายรวมถึง ระบบและโครงสร้างต่างๆ ที่มนุษย์ได้สร้างขึ้น เช่น ระบบครอบครัว ระบบสังคม ระบบวัฒนธรรม เป็นต้น

3.6.2 ยาและสารที่มารดาได้รับ ได้แก่ แอลกอฮอล์ มีผลทำให้เด็กมีรูปร่างผิดปกติ เรียกรวม อากาการทารกได้รับแอลกอฮอล์ (Fetal alcohol syndrome) สารปรอทจากการรับประทานปลา ทำให้เด็กไม่เจริญเติบโต ส่วนยากันชักไฮแดนโทอิน (Hydantoin) ทำให้เด็กตัวเล็ก



ภาพที่ 16 ความผิดปกติของกระดูกขากรรไกรล่างที่สามารถพบในโรค Fetal alcohol syndrome ที่มา : "The fetal alcohol crisis". Accessed August 15; 2016. Available from: [www.fathersforlife.org](http://www.fathersforlife.org)

3.6.3 โรคติดเชื้อจากมารดาที่ติดเชื้อไวรัส ได้แก่ โรคหัดเยอรมัน มีผลทำให้เด็กตัวเล็ก ความพิการจากแรงกดดันที่มีต่อทารกขณะอยู่ในครรภ์ เด็กบางคนเกิดรูปร่างผิดปกติ เนื่องจากทารกอยู่ในท่าผิดปกติขณะอยู่ในครรภ์มารดา เช่น ท่าที่ทำให้ข้อเท้าพลิก เมื่อเด็กเกิดมาขาเป๋หรือข้อสะโพกเคลื่อน เนื่องจากน้ำหนักของหัวเข่ากดบนหัวกระดูกยาวของต้นขาที่ข้อสะโพก บางรายเกิดมาแขนขาบิดงอหมด (บังอร ฉางทรัพย์ 2514)

### 3.7 ปัจจัยของการพักผ่อนที่มีผลต่อความแตกต่างของกระดูก

การพักผ่อนอย่างเพียงพอมีความสัมพันธ์กับการหลั่งฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต (อะดรีโนคอร์ติโคโทรฟิกฮอร์โมน) ความสูงของเด็กๆ จะเพิ่มขึ้นได้อย่างรวดเร็วในขณะนอนหลับ เนื่องจากแรงกดตรงกระดูกที่เกี่ยวข้องกับการเติบโตคลายตัวลง ทำให้กระดูกสามารถยืดขยายออกไปได้ กระดูกส่วนนั้นก็คล้ายกับสปริง ระยะเวลาที่ยืนหรือเดินก็จะถูกกดไว้ เมื่อแรงกดคลายลงขณะนอนพัก หรือหลับสปริงก็จะขยายยืดออกไปได้ จึงช่วยอธิบายได้ว่าทำไมเด็กถึงเกิดอาการปวดร่างกายในเวลากลางคืน ซึ่งอาการดังกล่าวเป็นอาการปวดบริเวณกล้ามเนื้อ และข้อต่อที่เกิดขึ้นในเด็ก และมักจะเกิดจากการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ถือเป็นเรื่องปกติของเด็กที่มีอายุช่วง 6-10 ปี ส่วนภาวะการนอนไม่หลับหรือหลับไม่สนิท หรือภาวะเครียดด้านจิตใจ ด้านร่างกายอย่างเรื้อรัง มีผลทำให้ร่างกายหลั่งฮอร์โมนคอร์ติซอลออกมามากทำให้การเจริญเติบโตชะงัก (ประสงค์ ศิริวิริยะกุล 2559)

### 3.8 ปัจจัยของเชื้อชาติที่มีผลต่อความแตกต่างของกระดูก

คำว่าเชื้อชาติ หมายถึง ชาติกำเนิดที่เป็นไปตามการถ่ายทอดทางกรรมพันธุ์ของบิดา-มารดา ทางรูปร่างหน้าตา รูปพรรณสัณฐาน เช่น บิดา มีเชื้อชาติไทย มารดามีเชื้อชาติจีน บุตรที่เกิด มาจะมีเชื้อชาติไทย-จีน คนทางเอเชียเชื้อชาติกำเนิดอยู่ในกลุ่มของพวก Mongoloid (มองโกล) คนยุโรป และบางพวกในสหรัฐ อเมริกา จะเป็นกลุ่มของพวก Caucasoid ส่วนทางแอฟริกาเป็นพวก Negroid (วรินดี คงมีผล 2542) ต่อมา มีการเพิ่ม Australoid และ Polynesian

3.8.1 มนุษย์ชาติพันธุ์ผิวขาว (Caucasoid) มีสีผิวขาว สีชมพูอ่อน ผิวสีแทน (ผิวสีน้ำตาลเหมือนสีน้ำผึ้ง) หรือสีน้ำตาลเข้ม จัดอยู่ในพวกคอเคซอยด์เช่นเดียวกัน ซึ่งส่วนใหญ่อาศัยในทวีปยุโรปได้มีการแบ่งแยกย่อยออกเป็น

- (1) อารยัน เช่น กรีก อินเดียตอนเหนือ
- (2) แฮมิติก เช่น อียิปต์โบราณ
- (3) เซมิติก เช่น บาบิโลเนีย อาซซีเลีย อาจแบ่งย่อยออกเป็น
  - กลุ่มนอร์ดิก อาศัยอยู่ตอนเหนือของยุโรปแถบสแกนดิเนเวีย
  - กลุ่มแอลป์ อยู่ตอนกลางของยุโรปเรื่อยไปจนถึงอิหร่าน
  - กลุ่มเมดิเตอร์เรเนียน อยู่ตอนใต้ของยุโรปแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน

3.8.2 มนุษย์ชาติพันธุ์ผิวเหลือง (Mongoloid) ผิวเนื้อจะมีสีเหลืองไปจนถึงคล้ำ ใบหน้าแบนกว้าง ดวงตาดำ บ้างมีตาสองชั้น บ้างมีตาชั้นเดียว สามารถแบ่งกลุ่มย่อย ได้แก่

- (1) มองโกลอยด์ อยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น จีน ทิเบต มองโกเลีย
- (2) อินเดียแดง อยู่แถบทวีปอเมริกาทั้งตอนเหนือและตอนใต้
- (3) แอสกีโม อยู่แถบเหนือสุดของทวีปอเมริกา รัฐอลาสก้าและตอนเหนือของ

แคนาดา

- (4) มาลายัน อยู่แถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น มาลายู ชาว ไทย บาห์ลี

3.8.3 มนุษย์ชาติพันธุ์ผิวดำ (Negroid) ผิวเนื้อของคนกลุ่มนี้มีสีน้ำตาลแก่ ไปจนถึงดำคล้ำ จมูกแบน ริมฝีปากหนา โหนกคิ้วยื่นออกมา คางสั้น ซึ่งกลุ่มย่อยคือ

- (1) แอฟริกัน อาศัยอยู่ในทวีปแอฟริกา
- (2) ปิกมี มีรูปร่างเตี้ยกว่า 140 เซนติเมตรลงมา หรืออาจเรียกว่า คนแคระ จะอาศัยอยู่ตามลุ่มน้ำคองโกในทวีปแอฟริกา อีกกลุ่มหนึ่งอาศัยอยู่ทางแหลมมะลายู และบางเกาะในมหาสมุทรแปซิฟิก
- (3) คนผิวดำ ที่อาศัยตามเกาะต่างๆ ในมหาสมุทรแปซิฟิก เช่น พวกปาปัว นิวกินี หมู่เกาะมาเลนีเซีย



ลักษณะทางชาติพันธุ์เป็นปัจจัยที่ทำให้บุคคลมีความแตกต่างกัน ยังส่งผลต่อลักษณะทางโครงสร้างของแต่ละเพศอีกด้วย

#### 4) ปัจจัยที่มีผลต่อความแตกต่างทางเพศ

##### 4.1 ปัจจัยของพันธุกรรมที่มีผลต่อความแตกต่างทางเพศ

ในร่างกายของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด จะประกอบไปด้วยเนื้อเยื่อของอวัยวะต่างๆ ซึ่งอวัยวะเหล่านั้นจะประกอบไปด้วยเซลล์เล็กๆ มากมาย องค์ประกอบของเซลล์ คือ นิวเคลียส (Nucleus) และไซโตพลาสซึม (Cytoplasm) ยกเว้นเซลล์เม็ดเลือดแดง ในนิวเคลียสจะมีโครโมโซม (Chromosome) 46 อัน หรือ 23 คู่ แบ่งเป็นโครโมโซมร่างกาย 22 คู่ (Autosome) และโครโมโซมเพศ 1 คู่ (Sex chromosome) คือ X และ Y โดยผู้หญิงมี XX และผู้ชาย XY โครโมโซมเกิดจากการผสมกันระหว่างไข่ (Ovum) จากมารดา ซึ่งพาโครโมโซมมา 23 อัน กับเชื้ออสุจิ (Sperm) จากบิดา ซึ่งพาโครโมโซมมา 23 อันเช่นกัน เมื่อมีการผสมกันเป็นตัวอ่อน โครโมโซมจากไข่และอสุจิ จะรวมตัวกันเป็น 23 คู่ ดังนั้นสารพันธุกรรม DNA ในนิวเคลียสจึงมาจากบิดาและมารดาอย่างละครึ่ง แต่ในการเกิดตัวอ่อนของมนุษย์นั้น ไซโตพลาสซึมจะมาจากไข่มารดา 100 เปอร์เซ็นต์ไม่เหมือนนิวเคลียส ดังนั้น DNA ในไมโทคอนเดรีย จึงได้รับมาจากมารดา 100 เปอร์เซ็นต์ โครโมโซมมีสารพันธุกรรม DNA ขดตัวจับกับโปรตีน โดย DNA จะมีโครงสร้างพื้นฐานเป็นเส้นคู่ (Double-strand) บิดเป็นเกลียว (Helix)

สารพันธุกรรม DNA เกิดจากการจับตัวขององค์ประกอบทางเคมี 4 ชนิด หรือเรียกว่า Base คือ Adenine Thymine Cytosine และ Guanine ซึ่งการเรียงตัวของเบส (Base) เหล่านี้ เปรียบเสมือนเป็นรหัสข้อมูลภายในเซลล์ จะแบ่งเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกทำหน้าที่ควบคุมการทำงาน ในการสร้างโปรตีนต่างๆ เพื่อนำไปใช้ในการทำงานของเซลล์ต่างๆ ในอวัยวะของร่างกาย เรียกว่า Gene มีเพียงสิบเปอร์เซ็นต์ของจำนวน DNA ในนิวเคลียส การจัดเรียงตัวของเบสอาจซ้ำกันได้ในคน แต่ละคน เพราะเป็นส่วนที่ควบคุมหน้าที่ต่างๆ ของอวัยวะในร่างกาย มีความหลากหลายไม่มากนัก เช่น Gene ควบคุมสีตา จะมีสีฟ้า สีน้ำตาล เป็นต้น จึงไม่สามารถนำมาพิสูจน์บุคคลได้ ส่วนที่สอง ไม่ได้ทำหน้าที่พิเศษใดๆ เรียก Stutters มีถึงเก้าสิบเปอร์เซ็นต์ของ DNA ทั้งหมด ในส่วนนี้การจัดเรียงตัวของเบสมีความหลากหลาย จะไม่ซ้ำกันในแต่ละคน จึงนำเอาคุณสมบัตินี้มาใช้ในการพิสูจน์บุคคล เปรียบเสมือนเป็นลายเซ็น ซึ่งโอกาสซ้ำกันระหว่างคนสองคนซึ่งไม่มีความเกี่ยวข้องทางพันธุกรรมกัน เลยมีเพียงหนึ่งในหนึ่งล้านพันล้านคน (Million-billion) (พรทิพย์ โรจนสุนันท์ 2543)



## 4.2 ปัจจัยของฮอร์โมนที่มีผลต่อความแตกต่างทางเพศ

4.2.1 ฮอร์โมนเพศชาย สร้างมาจากอัณฑะ (Testes) จากอวัยวะที่สำคัญ 2 ชนิด ได้แก่ Leydig cells หรือ Interstitial cells ซึ่งทำหน้าที่สำคัญในการสร้างฮอร์โมนเทสโตสเตอโรน (Testosterone) มีหน้าที่กระตุ้นการเจริญเติบโตของอวัยวะเพศชาย รวมทั้งการกระตุ้น Secondary sexual development โดยมีการเปลี่ยนแปลงและการกระจายของขนของร่างกาย อวัยวะเพศมีขนาดโตขึ้น กลองเสียงมีขนาดใหญ่ สายเสียงยาวและหนาขึ้น เสียงทุ้ม มีความก้าวร้าว กระดูกหรือรันทันใหญ่กว้างขึ้น เมื่อถึงวัยแตกเนื้อหนุ่ม และยังช่วยคงสภาพความสามารถทางเพศของผู้ชายอีกด้วย

2. Semi niferous tubules ทำหน้าที่สร้าง Spermatozoa เป็นจำนวนถึง 30 ล้าน/วัน ในช่วงของวัยเจริญพันธุ์ ตั้งแต่วัยแตกเนื้อหนุ่มจนถึงแก่ความตาย ตรงส่วนหัวของสเปิร์มมี DNA มาก ซึ่งสร้างมาจากโครโมโซม ในเด็กอายุ 1 ขวบถ้า Testes ยังค้างอยู่ภายในช่องท้องนานจะทำให้เซลล์ที่สร้างสเปิร์มเสียหายอย่างถาวรหรือการรวม Supporters การแช่น้ำอุ่น 43-45 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาทีต่อวัน จะทำให้มีการเสื่อมสลายของเซลล์และทำให้เป็นหมันได้ เนื่องจากการสร้างสเปิร์มต้องการอุณหภูมิที่ต่ำกว่าอุณหภูมิภายในร่างกาย เทสโตสเตอโรนสร้างแอนโดรเจน ซึ่งทำหน้าที่สร้างและคงสภาพ Male secondary sex characteristics, Protein-anabolic, Growth-promoting effect และสร้างเอสโตรเจน จะเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ชายมีอายุมากขึ้น อีกทั้งเทสโตสเตอโรนยังร่วมกับ FSH ทำหน้าที่คงสภาพของ Gametogenesis ความผิดปกติในหน้าที่ของอัณฑะ 1. Cryptorchidism เป็นภาวะ Testes ไม่เคลื่อนลงมาที่อัณฑะ 2. Male hypogonadism ภาวะที่อวัยวะเพศชายทำงานน้อยไป จะเกิดขึ้นก่อนหรือหลังวัยแตกเนื้อหนุ่มก็ได้ อาจเกิดจากโรคของฮัยโปธาลามัส (Hypothalamus) ต่อมพิทูอิทารี (Pituitary gland) รวมทั้งโรคของอัณฑะเองและความผิดปกติ ด้านโครโมโซม ความผิดปกติถ้าเกิดในเด็ก จะทำให้เกิดความผิดปกติทางเพศ รูปร่างคล้ายผู้หญิง อวัยวะเพศมีขนาดเล็ก มีเสียงแหลม แต่ถ้าเกิดในผู้ใหญ่จะมีการสูญเสีย Libido (ความต้องการทางเพศ) (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ 2538)

4.2.2 ฮอร์โมนเพศหญิง ในส่วนของเอสโตรเจน (Estrogen) หลังมาจาก Theca interma และของ Granulosa cells ของ Ovarian follicles, Corpus luteum และ Placenta สังเคราะห์มาจากแอนโดรเจน และมาจาก Androstenedione ในกระแสเลือด มีผลต่อระบบสืบพันธุ์ เพศหญิงที่ทำงานเป็นวงรอบ เพื่อเร่งการเจริญเติบโตของ Ovarian follicles เพิ่มการเคลื่อนไหลของปีกมดลูก เพิ่มการไหลเวียนเลือดเข้าไปในมดลูก มีผลต่อการหดตัวของมดลูก มีผลต่อการเพิ่มขนาดกล้ามเนื้อในมดลูก ให้มีความไวต่อการกระตุ้น มีผลกระตุ้นความรู้สึกทางเพศ และทำให้ท่อน้ำนมเจริญเติบโต เป็นผลให้เต้านมขยายโตขึ้น และทำให้หัวนมมีสีเข้มขึ้น และมีผลต่อ Secondary sex characteristics ดูจากขนาดเต้านม สะโพกกว้างออกรวมทั้งแขนโค้ง

- โปรเจสเทอโรน สร้างมาจาก Corpus luteum, Placenta และ Follicles ทำหน้าที่สร้างสเตอรอยด์ฮอร์โมน มีฤทธิ์ต่อมดลูก เต้านม และสมอง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ Endometrium ในรอบประจำเดือนของปากมดลูกและช่องคลอด ต้านผลของเอสโตรเจน กระตุ้นการเจริญเติบโตของต่อมไขมันและคงการหลั่งน้ำนมไว้ (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ 2538)

- การขาดสารอาหารประเภทเกลือแร่สังกะสี (Zn) ทำให้การเจริญเติบโตลดลง ความพร้อมในการสืบพันธุ์ต่ำ มีการตกไข่ช้า ต่อมลูกหมากทำงานผิดปกติ (ศิริวรรณ จึงขจรเกียรติ 2552)

### 2.3 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับภาพถ่ายรังสีเอกซเรย์ทางการแพทย์

ในส่วนนี้ผู้วิจัยขอนำเสนอออกเป็น 3 หัวข้อ ได้แก่ 1) การถ่ายภาพทางรังสีเอกซเรย์ 2) การถ่ายภาพเอกซเรย์ทรวงอก 3) การถ่ายภาพเอกซเรย์กระดูกสันหลังระดับอก-เอว

#### 1) การถ่ายภาพทางรังสีเอกซเรย์

รังสีเอ็กซ์ (X-radiation) เป็นรังสีหรือแสงหนึ่งในแสงขาวหรือแสงสว่างธรรมดาที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า มีลักษณะเป็นทั้งคลื่นและอนุภาคของแม่เหล็กไฟฟ้า ที่มีช่วงคลื่นสั้นมาก ความยาวช่วงคลื่นตั้งแต่ 0.04-1000 อังสตรอม (Angstrom : หน่วยวัดความยาวช่วงคลื่น) 1 อังสตรอม (A) =  $10^{-7}$  เซนติเมตร หรืออยู่ระหว่างรังสีแกมมาที่รังสีอัลตราไวโอเล็ต คุณสมบัติคล้ายแสงธรรมดาเป็นส่วนใหญ่ แต่คุณสมบัติพิเศษ คือ มีอำนาจทะลุทะลวงผ่านวัตถุต่างๆ ได้มากน้อยต่างกัน ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นทึบและน้ำหนักอะตอมของวัตถุที่รังสีผ่าน

เป็นรังสีหนึ่งที่น่ามาใช้ทางการแพทย์เพื่อช่วยวินิจฉัยโรค โดยนำมาถ่ายภาพอวัยวะที่ต้องการด้วยเครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์ เมื่อเนื้อเยื่อได้รับรังสีเอ็กซ์จะดูดซึมรังสีไว้ เมื่อถ่ายภาพลงบนแผ่นฟิล์ม (Film) ทำให้เกิดภาพเป็นสีขาว ดำ เทา ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของอะตอม (Atom) และชนิดของแร่ธาตุในแต่ละเนื้อเยื่อ เมื่อเนื้อเยื่อมีแคลเซียมสูง ภาพอวัยวะที่เห็นจากภาพถ่ายจะเป็นสีขาว เช่น กระดูก แต่ถ้าเนื้อเยื่อมีอากาศอยู่ ภาพจะเป็นสีดำ และเนื้อเยื่อที่มีความหนาแน่นผสมระหว่างกระดูกกับอากาศ ภาพจะเห็นเป็นสีเทา

การจะได้ภาพถ่ายทางรังสีที่ดี นักรังสีเทคนิคต้องทำการถ่ายภาพถูกต้องตามเทคนิค ซึ่งประกอบด้วยการจัดท่า (Position) การจัดการกับเครื่องเอกซเรย์: กำหนดปริมาณรังสีในการถ่ายภาพ (Exposer factor) กระบวนการล้างฟิล์ม (Film processing)

ภาพถ่ายทางรังสีที่ดีต้องมีความคมชัด (Sharpness) คือ ภาพไม่มัว (Blur) และมีเงา (Penumbra) น้อยที่สุด มีความแตกต่างของความดำระหว่างพื้นที่ต่างๆ บนฟิล์มสูง (High contrast) มีความดำพอเหมาะ (Adequate density) มีความบิดเบือนน้อยที่สุด (Minimum distortion) (รัตติกาล กัมสิทธิ์ 2556)

## 2) การถ่ายภาพเอกซเรย์ทรวงอก (Chest X-ray)

เนื่องจากทรวงอกประกอบด้วยกระดูกและโพรงอากาศในถุงลมปอด จึงทำให้เห็นภาพเป็นสีขาวและดำ การถ่ายภาพเอกซเรย์ทรวงอกปฏิบัติดังนี้

2.1 การจัดท่า (Position) ท่ามาตรฐานที่ใช้ในการถ่ายภาพรังสีเอกซเรย์ ทรวงอก ได้แก่ ท่ายืน (PA upright) โดยผู้ร่วมวิจัยอยู่ในท่ายืน ลงน้ำหนักที่เท้าทั้งสองข้างเท่าๆ กัน หันหน้าอก เข้าชิดฟิล์ม มือเท้าเอว หัวไหล่ทั้งสองข้างไม่ยกขึ้น แต่ขยับไปทางด้านหน้า เพื่อไม่ให้เงาของกระดูกสะบักบังปอด ขอบบนของฟิล์มอยู่เหนือหัวไหล่ประมาณ 5 เซนติเมตร คางวางขอบบนตลับฟิล์ม

2.2 การจัดศูนย์กลางลำรังสี ให้ลงในแนวตั้งฉากกับฟิล์ม ตรงกระดูกสันหลังระดับบอกที่ 7

2.3 ระยะ FFD ใช้ระยะจากจุดโฟกัสถึงฟิล์ม 72 นิ้ว (180 ซม.)

2.4 การปฏิบัติในขณะที่ถ่ายภาพรังสีเอกซเรย์ทรวงอก ให้ผู้ร่วมวิจัยสุดลมหายใจเข้าเต็มที่ แล้วกลั้นหายใจนิ่ง

2.5 ถ่ายภาพรังสีเอกซเรย์ทรวงอก

2.6 ตรวจสอบคุณภาพของภาพถ่ายรังสีเอกซเรย์ทรวงอก ดังนี้

2.6.1 มีความคมชัด ไม่มีภาพการเคลื่อนไหวของผู้ร่วมวิจัย โดยสังเกตได้จากเงาของกะบังลมและหัวใจจะคมชัด

2.6.2 เงาของกระดูกไหปลาร้า 2 ข้างห่างจาก Spinous process ของ T spine เท่าๆ กัน



ภาพที่ 17 วิธีการถ่ายภาพรังสีทรวงอก

ที่มา : "เอกซเรย์ทั่วไป". Accessed August 15; 2016. Available from [www.chradiograph.blogspot.com](http://www.chradiograph.blogspot.com)

### 3) การถ่ายภาพเอกซเรย์กระดูกสันหลังระดับอก-เอว (T-L spine)

3.1 การจัดท่า (Position) ท่ามาตรฐานที่ใช้ในการถ่ายภาพรังสีเอกซเรย์กระดูกสันหลังระดับอก-เอว ได้แก่ ท่านอนหงาย (AP supine) โดยผู้ร่วมวิจัยอยู่ในท่านอนหงายบนเตียง ปลายแขน 2 ข้าง วางข้างลำตัว งอเข้าขึ้นเพื่อลด Lordotic curve สอดฟิล์มไว้ด้านหลัง โดยให้ขอบด้านล่างของฟิล์มอยู่ต่ำกว่า Iliac crest  $\frac{1}{2}$  นิ้ว

3.2 การจัดศูนย์กลางลำรังสี ให้ลงในแนวตั้งฉากกับฟิล์มตรงกระดูกสันหลังระดับอกที่ 12

3.3 ระยะ FFD ใช้ระยะจากจุดโฟกัสถึงฟิล์ม 72 นิ้ว (180 ซม.)

3.4 การปฏิบัติในขณะที่ถ่ายภาพรังสีกระดูกสันหลังระดับอก-เอว ให้สุดลมหายใจออกเต็มที่แล้วกลั้นหายใจนิ่ง จะได้ภาพที่จำนวน Spine อยู่ใต้ Diaphragm มากกว่า

3.5 เปิด Field size ให้คลุม เฉพาะแนว Spine 7x17 พอ เพื่อลด Scatter ทำให้ภาพมีคอนทราสต์ดีขึ้น และจัดหลอดเอกซเรย์ให้ชี้ Cathod อยู่ทางด้าน L Spine เพื่อลดปัญหาภาพถ่ายข้างบนดำเกินไป หรือภาพถ่ายข้างล่างขาวเกินไป แล้วถ่ายภาพรังสีเอกซเรย์

3.6 ตรวจสอบคุณภาพของภาพถ่ายรังสีกระดูกสันหลัง ดังนี้

3.6.1 มีความคมชัด ไม่พบภาพถ่ายเพื่อลดปัญหาภาพถ่ายข้างบนดำเกินไป หรือภาพถ่ายข้างล่างขาวเกินไป

3.6.2 เงาของขอบกระดูกสันหลังไหลปลาร้า 2 ข้างห่างจาก Spinous process ของ T-spice เท่าๆ กัน

## 2.4 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับเหมืองข้อมูล

ในส่วนนี้ผู้วิจัยขอนำเสนอออกเป็น 5 หัวข้อ ได้แก่ 1) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเหมืองข้อมูล 2) ประเภทของข้อมูลที่สามารถทำเหมืองข้อมูล 3) งานของเหมืองข้อมูล 4) เทคนิคในการทำเหมืองข้อมูล 5) การคัดเลือก Feature หรือ Attribute

### 1) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเหมืองข้อมูล

การทำเหมืองข้อมูล (Data mining) คือ กระบวนการที่ค้นหาสารสนเทศ หรือความรู้ที่ซ่อนอยู่ในฐานข้อมูลขนาดใหญ่ เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจ สารสนเทศที่ได้ก็นำไปใช้ทำนายหรือสร้างตัวแปรสำหรับจำแนกกลุ่ม หรือแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วย หรือให้ข้อสรุปในสาระของฐานข้อมูล การทำเหมืองข้อมูลประกอบขึ้นจากกระบวนการทางสถิติ และการเรียนรู้ผ่านระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อสร้างตัวแบบกฎเกณฑ์ รูปแบบการพยากรณ์ และความรู้จากฐานข้อมูลขนาดใหญ่ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการหลายขั้นตอน ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคหรือวิธีการต่างๆ เช่น วิธีการจัดกลุ่ม การค้นหาความสัมพันธ์การพยากรณ์ เป็นต้น การดำเนินงานมักอยู่ในลักษณะของการสร้างตัวแบบ (Modeling ที่อธิบายความเป็นไป หรือสภาพการณ์หนึ่งที่เกิดขึ้นแล้ว หรือทราบ

คำตอบแล้วนำตัวแบบนี้มาใช้อธิบายสถานการณ์ที่ยังไม่เกิดขึ้น หรือที่ไม่ทราบคำตอบ ตัวแบบเหล่านี้ อาจเป็นตัวแบบที่เรียบง่าย ไปจนถึงตัวแบบที่ยุ่งยากซับซ้อนและอาจใช้การผสมผสาน แนวคิด หรือ เครื่องมือต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อสามารถสกัดความรู้ที่อยู่ในข้อมูลขนาดใหญ่ได้ โดยใช้เทคโนโลยี คลังข้อมูล (Data ware house) เข้ามาช่วยในการจัดการข้อมูลที่เพิ่มประสิทธิภาพ ในการทำเหมือง ข้อมูล ดังนั้น ฐานข้อมูลขนาดใหญ่ที่มีข้อมูลคุณภาพดี เทคโนโลยีการทำเหมืองข้อมูล จะช่วยในการ ค้นหรือแสวงหาโอกาสใหม่ๆ จะก่อให้เกิดกระบวนการอัตโนมัติในการค้นพบสารสนเทศ หรือความรู้ ในฐานข้อมูลขนาดใหญ่ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ (Cross-industry standard process for data mining)

1. Business understanding การทำความเข้าใจปัญหา ทำการระบุ Output หรือ เป้าหมายที่ต้องการได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย
2. Data understanding เป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่ถูกต้อง และนำเชื้อถือ ปริมาณข้อมูลมีจำนวนมาก มีความเหมาะสม มีรายละเอียดเพียงพอต่อการนำไปใช้ในการวิเคราะห์
3. Data preparation การเตรียมข้อมูล จะใช้เวลานานที่สุด เนื่องจากโมเดลที่ได้จาก การทำ Data mining จะให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องนั้น ขึ้นอยู่กับคุณภาพของข้อมูล แบ่งเป็น
  - 3.1 Data selection (การคัดเลือกข้อมูล) เป็นการกำหนดเป้าหมายของการวิเคราะห์ เลือกใช้เฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่จะทำการวิเคราะห์
  - 3.2 Data cleaning (การกลั่นกรองข้อมูล) เป็นการลบข้อมูลซ้ำซ้อน แก้ไขข้อมูลที่ ผิดพลาด (ข้อมูลผิดรูปแบบ ข้อมูลที่หายไป ข้อมูลที่แปลกแยกจากคนอื่น (Outlier))
  - 3.3 Data preparation (การแปลงรูปแบบของข้อมูล) เป็นการเตรียมข้อมูลให้อยู่ใน รูปแบบที่พร้อม นำไปใช้ในการวิเคราะห์ ตามเทคนิคของ Data mining ที่เลือกใช้
4. Modeling การวิเคราะห์ข้อมูลหรือการประมวลผลข้อมูล
5. Evaluation ประเมินหรือวัดประสิทธิภาพของโมเดล
6. Deployment นำโมเดลที่ได้ หรือผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปใช้งานจริง (เอกสิทธิ์ พัทธ วงศ์ศักดิ์ดา 2560)





ภาพที่ 18 ขั้นตอนการทำ Data mining

ที่มา : "Data mining (เหมืองข้อมูล)". Accessed August 15; 2016.

Available from: [www.sajeegm301.blogspot.com](http://www.sajeegm301.blogspot.com)

## 2) ประเภทของข้อมูลที่สามารถทำเหมืองข้อมูล

2.1 Relational database เป็นฐานข้อมูลที่จัดเก็บในรูปแบบของตาราง โดยในแต่ละตาราง จะประกอบไปด้วยแถวและคอลัมน์ ความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดสามารถแสดงได้โดย Entity-relationship (ER) model

2.2 Data warehouses เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหลายแหล่งมาเก็บในรูปแบบเดียวกัน และรวบรวมไว้ในที่เดียวกัน

2.3 Transactional database ประกอบด้วยข้อมูลแต่ละทรานแซกชัน แทนด้วยเหตุการณ์ ในขณะที่ใดขณะหนึ่ง

2.4 Advanced database เป็นฐานข้อมูลที่จัดเก็บในรูปแบบอื่นๆ เช่น ข้อมูลแบบ Object oriented, ข้อมูลที่เป็น Text file, ข้อมูล Multimedia, ข้อมูลในรูปแบบของ Web

ซึ่งลักษณะเฉพาะของข้อมูล ต้องมีดังนี้

1. ข้อมูลขนาดใหญ่เกินกว่าจะพิจารณาความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ภายในข้อมูลได้ด้วยตาเปล่า หรือโดยการใช้ Database management system (DBMS) ในการจัดการฐานข้อมูล

2. ข้อมูลที่มาจากหลายแหล่ง โดยอาจรวบรวมมาจากหลายระบบปฏิบัติการ หรือหลาย DBMS



3. ข้อมูลที่มีโครงสร้างซับซ้อน เช่น ข้อมูลรูปภาพ ข้อมูล Multimedia ซึ่งต้องใช้เทคนิคขั้นสูง

4. ข้อมูลที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาที่ทำการ Mining

3) งานของเหมืองข้อมูล (Job of data mining)

3.1 การจัดหมวดหมู่ (Classification) เกี่ยวข้องกับการแบ่งประเภทหรือชนิดสามารถบอกลักษณะจุดเด่น

3.2 การประมาณค่า (Estimation) เป็นการป้อนข้อมูลที่มีอยู่เข้าไป เพื่อใช้ในการประเมินตัวแปรที่ไม่รู้ค่าแน่นอน

3.3 การทำนายล่วงหน้า (Prediction) เพื่อการทำนาย เป็นการนำความรู้ที่เรียนรู้มาจากข้อมูลที่มีอยู่เพื่อประโยชน์ในการทำนายข้อมูลใหม่ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

3.4 การจัดกลุ่มโดยอาศัยความใกล้ชิด (Affinity group) การตัดสินใจรวมสิ่งที่สามารถไปด้วยกันเข้าไว้ในกลุ่มเดียวกัน

3.5 การรวมตัว (Clustering) งานที่ทำการรวมกันสิ่งต่างๆ ในแต่ละส่วนที่ต่างชนิดกันให้อยู่รวมกันเป็นกลุ่มย่อย (Clusters)

3.6 การบรรยาย (Description) เพื่อการอธิบาย เป็นการค้นหารูปแบบที่น่าสนใจจากกลุ่มข้อมูลรูปแบบนี้มักจะเป็นความสัมพันธ์หรือลักษณะที่เชื่อมโยงกันของข้อมูล การทำแบบนี้ผู้ใช้ไม่ได้กำหนดก่อนหน้าว่าจะให้โปรแกรม Data mining ค้นหารูปแบบหรือโมเดลของอะไร แต่ให้ค้นหาทุกรูปแบบที่น่าสนใจจากข้อมูล

4) เทคนิคในการทำเหมืองข้อมูล (Algorithm of data mining)

4.1 กฎความสัมพันธ์ (Association rule algorithm) เป็นการค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลจากข้อมูลขนาดใหญ่ เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ หรือทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ แสดงความสัมพันธ์ของเหตุการณ์หรือวัตถุที่เกิดขึ้นพร้อมกัน

4.2 การแบ่งกลุ่มข้อมูล (Clustering algorithm) เป็นการแบ่งข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายกันออกเป็นกลุ่มจะอาศัยความเหมือน (Similarity) หรือความใกล้ชิด (Proximity) โดยคำนวณจากการวัดระยะระหว่างเวกเตอร์ของข้อมูลเข้า

4.3 Time series algorithm เป็นวิธีการพยากรณ์แบบข้อมูลอนุกรมเวลา Predictive modeling การทำ Data mining

4.4 การจำแนกประเภทข้อมูล (Classification algorithm) นำข้อมูลเดิมที่มีคำตอบที่สนใจหรือ Class มาสร้างเป็นโมเดล เพื่อหาคำตอบให้กับข้อมูลใหม่

#### 4.4.1 Decision tree เป็นเทคนิคที่นิยมใช้ในการทำ Classification

(1) ส่วนการสร้าง Decision tree จะเลือก Attribute ที่มีความสัมพันธ์กับ Class มาใช้งาน

(2) โครงสร้างประกอบด้วย Root (Top internal node), Branch (Outcome of test), Internal node (Decision on variable), Leaf node (Class label)

(3) การสร้างกฎ IF-THEN นั้น ทำโดยการไล่ไปตามแต่ละ Path ของ Tree

(4) ลักษณะของค่า Entropy เป็นตัวช่วยสำหรับเลือกตัวแปรเป็น Root, Node ลำดับต่างๆ (เอกสิทธิ์ พัทธวงค์ศักดิ์ดา 2560) (รุจิรา ธรรมสมบัติ 2554)

4.4.2 Naïve bayes เป็นเทคนิคที่ใช้หลักการของความน่าจะเป็น (Probability) บอกถึงโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์นั้นจากเหตุการณ์ทั้งหมด (เอกสิทธิ์ พัทธวงค์ศักดิ์ดา 2560)

4.4.3 K-Nearest neighbors ข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายๆ กัน จะอยู่ใน Class เดียวกัน การใช้โมเดลเพื่อ Predict ข้อใหม่ ต้องกำหนดค่า K (ต้องการดูข้อมูลใกล้สุด k ตัว) (เอกสิทธิ์ พัทธวงค์ศักดิ์ดา 2560)

4.4.4 Neural network เป็นแนวคิดที่ได้จากการจำลองการทำงานของเซลล์สมองของมนุษย์ ซึ่งมีโครงสร้างประกอบด้วย 1. Input layer ซึ่งจำนวน Node เท่ากับจำนวน Attribute จะมีการกำหนดค่าน้ำหนัก (Weight) จาก Input node ไปยัง Hidden node, 2. Hidden layer ซึ่งทุก Hidden node จะมี Activate function ส่วนใหญ่เป็น Sigmoid function 3. Output layer จะมี Activate function ส่วนใหญ่เป็น Linear function ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆ เช่น การทำนาย (เอกสิทธิ์ พัทธวงค์ศักดิ์ดา 2560)

4.4.5 Support vector machines เป็นเทคนิคที่พัฒนาขึ้นมาใหม่และมีประสิทธิภาพสูง ใช้แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ (Attribute) และตัวแปรตาม (Label) ทำการเลือกโมเดลที่มีระยะห่างระหว่าง Class มากที่สุด มีการใช้ Kernel function เพื่อทำการแปลงข้อมูลที่ไม่สามารถใช้โมเดล Linear ไปอยู่มิติที่สูงขึ้น (เอกสิทธิ์ พัทธวงค์ศักดิ์ดา 2560)

4.4.6 Ensemble classifiers เป็นการสร้าง Classification model มากกว่า 1 ตัว เพื่อช่วยกัน Predict คำตอบ มีประสิทธิภาพดีกว่าใช้เพียงหนึ่งโมเดล ซึ่งแต่ละโมเดลเป็น Independent กันและต้องมีค่าความถูกต้องมากกว่า 50% (กรณีที่ Label มีเพียงสองค่า) อีกทั้งต้องมีข้อมูล Training ต่างกัน (เอกสิทธิ์ พัทธวงค์ศักดิ์ดา 2560)

4.4.7 Logistic regression algorithm เป็นโมเดลที่เหมาะสมกับความสัมพันธ์ในลักษณะ S-curve เป็นการศึกษาค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามที่มี 2 ค่า และตัวแปรอิสระ แล้วนำสมการถดถอยที่ได้ไปประมาณหรือพยากรณ์ค่าตัวแปรตามเมื่อกำหนดค่าตัวแปรอิสระได้

#### 4.5 การทำนายข้อมูล (Regression)

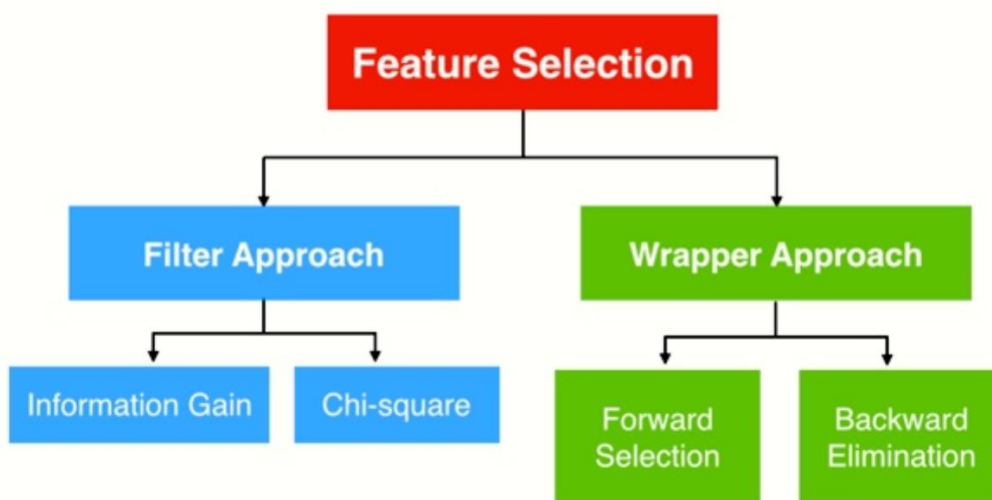
4.5.1 Linear regression ทำนายลักษณะของตัวแปรอิสระกับตัวแปรเป้าหมายที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกัน (เอกสิทธิ์ พัทธวงศ์ศักดา 2560)

4.6 Frequential pattern เป็นเทคนิคการสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ เป็นการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลระหว่างทรานแซคชัน ซึ่งทำให้มีเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยรูปแบบลำดับที่น่าสนใจจะแสดงว่าถ้าเกิดเหตุการณ์นี้แล้ว หรือพบกลุ่มของข้อมูลชุดนี้แล้วมีแนวโน้มที่จะเกิดเหตุการณ์อะไรหรือพบกลุ่มของข้อมูลใดตามมาภายหลัง (นิภาพร ชนะมาร และคณะ 2551)

4.7 Dependency modeling เป็นแบบจำลองการพึ่งพา เป็นการค้นพบรูปแบบอื่นๆ ที่มีประโยชน์ในการทำเหมืองข้อมูลเว็บ เป้าหมายคือ การพัฒนาต้นแบบที่สามารถทำได้ของตัวแทนที่สำคัญของการพึ่งพาท่ามกลางตัวแปรต่างๆ ในโดเมนเว็บ (Software)

4.8 Genetic algorithm เป็นทฤษฎีที่จำลองวิวัฒนาการทางธรรมชาติ หลักการทำงานอาศัยการคัดเลือกพันธุกรรม จะเก็บผลเฉลยคำตอบเป็นเซต (อภิรักษ์ ชัดวิลาส 2544)

#### 5) การคัดเลือก Feature หรือ Attribute



ภาพที่ 19 การคัดเลือก Feature หรือ Attribute

ที่มา : "Feature (Attribute Selection)". Accessed June 24; 2019.

Available from [www.dataminingtrend.com/2014/data-mining](http://www.dataminingtrend.com/2014/data-mining)

ในการจำแนกประเภทข้อมูล (Classification) จะพบว่าแอตทริบิวต์ (Attribute) หรือ ฟีเจอร์ (Feature) มีจำนวนมาก ฟีเจอร์เหล่านี้บางอันก็ไม่ได้มีความสำคัญในการแบ่งแยกคลาส (Class) ดังนั้น จึงจำเป็นต้องทำการคัดเลือกฟีเจอร์ที่สำคัญมาใช้งาน ขั้นตอนนี้เรียกว่าการคัดเลือกฟีเจอร์ หรือ Feature selection ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ดังนี้

Filter approach เป็นการคัดเลือกฟีเจอร์โดยใช้การคำนวณหาค่าน้ำหนัก ซึ่งอาจจะเป็น ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละฟีเจอร์และคลาสต่างๆ และจะเลือกฟีเจอร์โดยเรียงลำดับตาม ค่าน้ำหนักที่คำนวณได้แล้ว เลือกฟีเจอร์ที่มีค่าน้ำหนักมากกว่าที่ต้องการมาใช้งานต่อไป วิธีการนี้ ต่างจากวิธีการ Wrapper ตรงที่วิธีการนี้จะไม่มีการสร้างโมเดลเพื่อคัดเลือกฟีเจอร์ เทคนิคในการ คำนวณค่าน้ำหนักของฟีเจอร์ต่างๆ มีหลายวิธีเช่น Information Gain, Chi-Square หรือ Correlation

Wrapper approach เป็นการคัดเลือกฟีเจอร์ด้วยการสร้างโมเดล (Classification model) ขึ้นมาจากเซตของฟีเจอร์ที่กำหนดไว้และวัดประสิทธิภาพการทำงานของโมเดล และเลือก เซตของฟีเจอร์ที่ทำให้โมเดลมีประสิทธิภาพมากที่สุดมาใช้งาน เช่น โมเดลที่ให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) มากที่สุด การคัดเลือกฟีเจอร์ด้วยวิธีการนี้แบ่งย่อยได้เป็น 2 แบบใหญ่ๆ คือ

Forward selection เป็นการสร้างโมเดลโดยการเพิ่มฟีเจอร์ทีละ 1 ฟีเจอร์ ถ้าฟีเจอร์ ที่ใส่เพิ่มให้ประสิทธิภาพที่ดีก็จะเก็บไว้และเลือกฟีเจอร์อื่นๆ มาเพิ่มต่อไปจนประสิทธิภาพของโมเดล ไม่ได้ดีขึ้นก็จะหยุดทำงาน

Backward elimination เป็นการสร้างโมเดลที่เริ่มจากการใช้ฟีเจอร์ทั้งหมดก่อนและตัด (Eliminate) ฟีเจอร์ที่ไม่สำคัญทิ้งไปทีละฟีเจอร์ถ้าประสิทธิภาพดีขึ้นก็ตัดฟีเจอร์อื่นๆ ต่อไป (เอกสารสิทธิ์ พชรวงศ์ศักดิ์ดา 2560)

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนนี้ผู้วิจัยขอนำเสนอออกเป็น 8 หัวข้อ ได้แก่ 1) งานวิจัยต่างประเทศเกี่ยวกับปัจจัย ที่มีผลต่อความแตกต่างของกระดูก 2) งานวิจัยต่างประเทศเกี่ยวกับการคาดคะเนความสูงจากขนาด ขึ้นส่วนร่างกาย 3) งานวิจัยต่างประเทศเกี่ยวกับการคาดคะเนเพศจากขนาดขึ้นส่วนร่างกาย 4) ผลงานวิจัยประเทศไทยเกี่ยวกับการคาดคะเนความสูง 5) ผลงานวิจัยของประเทศไทยเกี่ยวกับการ ทำนายเพศ 6) ผลงานวิจัยประเทศไทยเกี่ยวกับการคาดคะเนความสูงและทำนายเพศ 7) งานวิจัย ต่างประเทศเกี่ยวกับเหมืองข้อมูลในการจำแนกข้อมูลเพศ 8) งานวิจัยต่างประเทศเกี่ยวกับเหมือง ข้อมูลในการจำแนกเพศ ประมาณค่าข้อมูลทางความสูง น้ำหนัก และขนาดขึ้นส่วน

1) งานวิจัยต่างประเทศเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อความแตกต่างของกระดูก

Anya Rothenbuhler. et. al. ศึกษา นำร่องการบริหารฮอร์โมนการเจริญเติบโต ในเด็กผู้ชายที่เตี้ย เพื่อใช้คาดการณ์ความสูง และขนาดสัดส่วนร่างกายเมื่อใกล้สิ้นสุดการเจริญเติบโต จากผู้ป่วยวัยรุ่นที่มีปริมาณ Testis > 12 มิลลิลิตร และระดับฮอร์โมนเพศชาย > 4 ng/มิลลิลิตร (ระดับผู้ใหญ่ตอนต้น) ที่มีความเร็วในการเจริญเติบโตช้า (<2 เซนติเมตร/6 เดือน) ซึ่งยังไม่มีการรักษา rHGH มาก่อน, PAH ที่-2.5 SDS เป็นความสูงที่ใช้การสังเกตผลกระทบเชิงลบของความสูง ในผู้ใหญ่ชายที่เตี้ย, มีระดับไทรอยด์ฮอร์โมน (TSH) ที่เป็นปกติ, การตรวจสอบภาพถ่ายทางรังสีของแขน กระดูกเชิงกราน และกระดูกสันหลังปกติ วัยรุ่นทุกคนมีสุขภาพดี อายุเฉลี่ยระหว่าง 17.5 และ 18.5 ปี โดยการให้ฮอร์โมนการเจริญเติบโตตาม Protocol มีการปรับยาทุกๆ 3 เดือนเพื่อให้ความเร็วของการเจริญเติบโต อยู่ในระหว่าง 0.5 และ 1.5 SDS และ ระดับ IGF-1 จนความเร็วการเจริญเติบโตเป็น < 1.5 ซม./3 เดือน, ยา rHGH เพิ่มขึ้น 20% ในขณะที่ทำการรักษา, IGF-1 ถึง +1SD จึงหยุดการรักษา เมื่อความเร็วการ เจริญเติบโตต่ำกว่า 5 มิลลิเมตรใน 3 เดือน หรือเมื่อความสูง > 169 เซนติเมตร และ วัดความสูง, น้ำหนัก, ฮอร์โมนเพศชายในซีรัม, เซรัม IGF-1, อายุกระดูกข้อมือ (BA), Knee score (การปิดของ Femoral inferior and tibial superior growth plates ใช้ในการคำนวณ KS), และ ความเร็วการเจริญเติบโตทุกสามเดือน ในขณะที่ทำการรักษา rHGH (การวัดความสูง, น้ำหนัก, เซรัม IGF-1 และความเร็วการเจริญเติบโต ก่อนและหลังการรักษาในแต่ละครั้ง

ผลการทดลองพบว่า ในช่วงเวลาของการให้ยา มีการตอบสนองต่อ rHGH แสดงให้เห็นว่า ความสูงที่เพิ่มขึ้นมีความแตกต่างกันจำนวน 5/15 ราย (33% ของวัยรุ่น) ความสูงเพิ่มขึ้นน้อยกว่า 4 ซม. ( $1.5 \pm 1.5$  เซนติเมตร) 5/15 ราย (33%) ความสูงเพิ่มขึ้น 5-7.5 เซนติเมตร และ 5/15 ราย (33%) ความสูงเพิ่มขึ้น 9.3-15.8 เซนติเมตร ในบรรดา 10 รายที่ KS  $\leq 3$  9 รายความสูงเพิ่มขึ้นมากกว่า 4 เซนติเมตร, เซรัม IGF-1 เพิ่มขึ้น  $-0.55 \pm 0.46$  SDS จากที่เริ่มมีอาการ, rHGH  $0.69 \pm 0.49$  SDS ในระหว่างการรักษา เพียง 4/45 ราย (8.9%) IGF-1 เกิน + 2 SDS ตลอดการศึกษาและเพียงหนึ่ง IGF-1 คุ่มค่าถึง + 2.5 SDS ส่วนการทำนายความสูง และการเจริญเติบโตจากการตอบสนองของ rHGH พบว่า Knee score และความเร็วการเจริญเติบโต สามารถใช้ทำนาย HG=Height gain (ความสูงจากการทำนาย) และ HI=Height increment (ความสูงภายหลัง rHGH เริ่มต้นออกฤทธิ์) ได้เป็นอย่างดี (Rothenbuhler, Ormieres et al. 2015)

Kenya Kura ศึกษาการคาดคะเนความสูง จากระดับความฉลาดของชาวญี่ปุ่นทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ โดยจึงทำการทดลองจาก IQ นักเรียนอายุ 11-14 ปี ทุกเพศทุกวัยในระดับประถมศึกษาภาคบังคับ และระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวนมากกว่า 2,400,000 คน ได้ดำเนินการสุ่มเลือกกลุ่มตัวอย่างประมาณ 40% ของจำนวนทั้งหมด : (น้อยกว่า 1 ล้านคน) ทำการวิเคราะห์ผลคะแนนสอบ (ผลรวมของคะแนนทดสอบย่อยทางคณิตศาสตร์ คะแนนการทดสอบย่อยทางปากเปล่า)



ของนักเรียนอายุ 14 ปี ทั้งหมดจำนวน 5 ปี (คะแนนเต็ม = 482 คะแนนเฉลี่ย = 323.5 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 102.9)

ผลการทดลอง ความสูงมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับละติจูด ( $r = 0.70$ ) คนที่อาศัยอยู่ในภาคเหนือของประเทศญี่ปุ่น จะสูงกว่าพื้นที่อื่น มีความสัมพันธ์กับไอคิว ( $r = 0.44$ ) การวิเคราะห์ชี้ให้เห็นว่าชาวจีนฮั่นและชาวเกาหลีมีระดับสติปัญญาสูง (Kura 2013)

2) งานวิจัยต่างประเทศเกี่ยวกับการคาดคะเนความสูงจากขนาดชิ้นส่วนร่างกาย

Anke Klein. et al. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสูงและขนาดกระดูกสันหลังระดับเอว โดยใช้ขนาดกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 2-5 ทำการวัด Central height, Anterior height, Posterior height, Lateral anterior heights, Central sagittal diameter, Anteroposterior distance, Facet tip distances, Summated central height, Summated lateral anterior height ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นโครงกระดูกสันหลังของผู้บริจาคชายผิวขาว 42 ราย ที่เสียชีวิต อายุระหว่าง 20-64 ปี จาก The framework of a mechanical in vitro study นำตัวอย่างที่แช่แข็งมาสแกนด้วย CT แล้วทำแบบจำลองสามมิติเสมือนจริง (3D) แล้วสร้างขึ้นใหม่ ตัดภาพพื้นผิวเป็น Sagittal 3 ชิ้น ทำการวิเคราะห์การถดถอย แยกสำหรับทุกระดับของกระดูกสันหลัง และรวมขนาดกระดูกสันหลังระดับเอวทั้งหมดทุกชิ้น วัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อทำนายความสูงของร่างกาย

พบว่า การวิเคราะห์การถดถอยสำหรับการวัดกระดูกสันหลังระดับเอวรายชิ้น ค่าสูงสุด  $R^2=0.28$  คือ Central height\_L2 ส่วนความแตกต่างทางสถิติฐานวิทยาระหว่างกระดูกสันหลังระดับเอวตำแหน่งที่ต่างๆ วิเคราะห์โดยใช้ ANOVA ซึ่งความแตกต่างพบที่ Posterior height, Anteroposterior distance, Facet tip distances ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง Central height และความสูงของร่างกาย = 0.52 ( $R^2=0.27$ ) และช่วงความเชื่อมั่นในการทำนาย 95% (CI)  $\pm 11.8$  ซม. (Klein, Nagel et al. 2015)

Abdi Ozaslan. et al. ศึกษาการคาดคะเนความสูงจากการวัดขนาดของ Bi-acromial และ Bi-iliocristal ของอาสาสมัครผู้ใหญ่ชาวตุรกี จำนวน 337 ราย เป็นเพศชาย 216 ราย เพศหญิง 121 ราย โดยการวัดขนาด BAB, BICB และใช้สมการถดถอยเชิงเส้น วัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อประมาณค่าความสูง

พบว่า ความสัมพันธ์ของตัวแปร BAB และ BICB กับความสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  $< 0.01$  และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสูงกับ BAB นั้นมีค่าน้อยพบในเพศชาย ( $r = 0.42$ ) ดีกว่าเพศหญิง ( $r = 0.26$ ) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง BICB กับความสูงมีค่าต่ำกว่าในทั้งสองเพศ (เพศชาย  $r = 0.21$  และเพศหญิง  $r = 0.19$ ) แต่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสูงกับ BAB และ BICB ในเพศชาย  $r = 0.43$  เพศหญิง  $r = 0.27$  แสดงว่า BAB และ BICB ใช้ทำนายความสูงได้ไม่ดี (Ozaslan, Karadayi et al. 2011)



### 3) งานวิจัยต่างประเทศเกี่ยวกับการคาดคะเนเพศจากขนาดชิ้นส่วนร่างกาย

Wei Bin Hou, et al. ศึกษาการทำนายเพศจากกระดูกสันหลังระดับอกที่ 12 ของชาวจีนร่วมสมัยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครเพศชาย 78 ราย อายุ 18-79 ปี ส่วนเพศหญิง 63 ราย อายุ 20-76 ปี จาก the Department of radiology, China-Japan Union Hospital of Jilin University ทำการถ่ายภาพกระดูกสันหลังระดับอกที่ 12 โดยใช้เครื่อง CT scanner แล้วนำมาสร้างเป็นภาพถ่าย 3 มิติ โดยวัดเป็นเส้นตรง 30 รูปแบบ (sBDs, iBDs, mBDs, sBDsm, iBDsm, sVL, iVL, sBDc, iBDc, mB Dc, rPW, LPW, rMPL, LMPL, TDm, sAD, iAD, lsAPH, rsAPH, liAPH, riAPH, rPH, lPH, SPH, FDs, FDc, Bha, Bhm, Bhp) มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อทำนายเพศ

พบว่า จากสถิติ ขนาดสัดส่วนกระดูกทั้งหมดของเพศชายมากกว่าเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ผลของการวิเคราะห์การจำแนกทางเพศด้วยสมการ Discriminant function analyses (DFA) มีความแม่นยำโดยรวมตั้งแต่ 56.4% ถึง 90.1% ส่วนขนาดกระดูกที่ทำนายเพศถูกต้องกว่า 80% คือ sBDs, sBDsm, sVL, sBDc, iBDs, iBDsm, iVL, iBDc, mBDs, mBDc และ BHp และ iVL มีความแม่นยำสูงสุดถึง 90.1% ในการวิเคราะห์อัตราส่วน พบ 62 จาก 112 อัตราส่วน มีความแม่นยำในการจำแนกเพศ มีตั้งแต่ 56.7% ถึง 73.8% การวิเคราะห์การจำแนกแบบขั้นตอน พบว่า sBDsm, iVL, sAD และอัตราส่วน BHa/BHp มีความถูกต้องถึง 94.2% (Hou, Cheng et al. 2012)

ผู้วิจัยทำการเลือกตัวแปรที่สามารถวัดได้ด้วยโปรแกรมการวัดสัดส่วนของระบบ PACS ผ่านภาพถ่ายทางรังสีเอกซเรย์

ตารางที่ 1 สรุปผลการคัดเลือกตัวแปรของผู้วิจัยจากการทบทวนวรรณกรรมของ Wei Bin Hou

Wei Bin Hou, et al.		Sikharin.i		
วัดด้วยโปรแกรมวัดขนาด ผ่านภาพถ่ายเอกซเรย์คอมพิวเตอร์		วัดด้วยโปรแกรมวัดขนาดของระบบ PACS ผ่านภาพถ่ายทางรังสี		
ตัวแปร	การวัดขนาดสัดส่วนกระดูก	วัดได้	ตัวแปร	การวัดขนาดสัดส่วนกระดูก
sBDs	ระยะทางระหว่างขอบด้านบนทั้งสองของ End plate	√	EPWu	ระยะทางระหว่างขอบด้านซ้ายสุดของแผ่นกระดูกปลายส่วนบน และขอบด้านขวาสุดของแผ่นกระดูกปลายส่วน
iBDs	ระยะทางระหว่างขอบด้านบนทั้งสองของ End plate	√	EPWL	ระยะทาง ระหว่างขอบด้านซ้ายสุดของแผ่นกระดูกปลายส่วนล่าง และขอบด้านขวาสุดของแผ่นกระดูกปลายส่วนล่าง
BHa	ระยะความสูงของตัว Body	√	VBHa	ระยะทางระหว่างขอบแผ่นกระดูกปลายส่วนบน และขอบแผ่นกระดูกปลายส่วนล่าง (ความสูงแนวตั้งของกระดูกสันหลังด้านหน้า)
	หมายเหตุ sBDs,iBDs,mBDs,sBDsm,iBDs m,sVL, iVL, sBDc,iBDc,mBDc,rPW,iPW,r MPL,IMPL,sAD, iAD,lsAPH,rsAPH,liAPH,riAPH ,rPH,iPH,SPH,FDs,FDc,SL,Bh m,Bhp	X		

ภายหลังการคัดเลือกตัวแปร สามารถคัดเลือกได้ 3 ตัวแปร ใช้สัญลักษณ์เป็น EPWu, EPWL, VBHa Vasiliki A. Papaioannou. et al. ศึกษารูปร่างกระดูกสะบักและกระดูกไหปลาร้าในประชากรชาวกรีกร่วมสมัยของทั้งสองเพศ วัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างสมการการทำนายเพศ โดยการวัด Maximum scapular height, Scapular breadth, Maximum length of the spine, Glenoid

cavity height, Glenoid cavity breadth), Thickness of the lateral border, Maximum acromion height, Length of infraspinous line, Maximum clavicular, Midshaft circumference, Midshaft maximum diameter, Midshaft minimum diameter, Maximum breadth of sternal end, Maximum breadth of acromial articular surface จากกระดูกสะบักข้างซ้าย จำนวน 147 ชิ้น และกระดูกไหปลาร้า จำนวน 147 ชิ้น (เป็นเพศหญิง 66 ชิ้น เป็นเพศชาย 81 ชิ้น) จาก the Cemeteries of St. Konstantinos and pateles in Heraklion, Crete ประชากรเกิดในกรีซ ระหว่างปี ค.ศ.1867 และ 1956 และเสียชีวิตระหว่าง 1968 และ 1998 ด้วยสมการ Principal component analysis, Univariate discriminant function และ Principal componet analysis

ผลการวิจัยพบว่า สถิติเชิงพรรณนาของกระดูกทั้งสองเกี่ยวข้องกับอัตราส่วน -F ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยในเพศชายและเพศหญิงมีนัยสำคัญ ( $p < 0.001$ ) สำหรับตัวแปรทั้งหมด ส่วนค่าเฉลี่ยของการวัดกระดูกไหปลาร้าของทั้งสองมีความแตกต่างกันไม่เกิน 1 มิลลิเมตร เปรียบเทียบสมการทำนายเพศที่ดีที่สุดเรียง ลำดับดังนี้ Multivariate discriminant function, Univariate discriminant function และ Principal component analysis (91%, 84.6%,81.6%) (Papaioannou, Kranioti et al. 2012)

ผู้วิจัยทำการเลือกตัวแปรที่สามารถวัดได้ด้วยโปรแกรมการวัดสัดส่วนของระบบ PACS ผ่านภาพถ่ายทางรังสีเอกซเรย์



ตารางที่ 2 สรุปการคัดเลือกตัวแปรของผู้วิจัยจากการทบทวนวรรณกรรมของ Vasiriki A. Papaioannou

Vasiriki A. Papaioannou		Sikharin.i		
วัดด้วยโปรแกรมวัดขนาดผ่านกระดูกโดยตรง		วัดด้วยโปรแกรมวัดขนาดของระบบ PACS ผ่านภาพถ่ายทางรังสี		
ตัวแปร	การวัดขนาดสัดส่วนกระดูก	วัดได้	ตัวแปร	การวัดขนาดสัดส่วน
S7 Maximum Acromion height	ระยะทางระหว่างจุดสูงสุดและจุดต่ำสุดของ Acromion process โดยใช้คาลิปเปอร์	✓	Max BAcr (Maximum breadth of acromial articular)	ระยะทางระหว่างจุดสูงสุดและจุดต่ำสุดของส่วนปลายด้านกระดูกไหปลาร้า
C1 Maximum clavicular length	ระยะห่างสูงสุดจากปลาย Acromial ถึงปลาย Sternal โดยใช้บอร์ด Osteometric	✓	MAXcL (Maximum Clavicle length)	ระยะทางเส้นตรงระหว่างส่วนปลายสุดด้านกระดูกสะบักของกระดูกไหปลาร้า (Acromion end) ถึงส่วนปลายสุดด้านกระดูกอกของกระดูกไหปลาร้า (Sternal end)
C3 (Midshaft Maximum diameter)	หาจุดกึ่งกลางจากความยาวสูงสุดของกระดูกไหปลาร้า ทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางโดยใช้คาลิปเปอร์ในแนวตั้งฉากกับเพลา	✓	MMd (Midshaft Maximum diameter)	ระยะทางเส้นตรงระหว่างพื้นผิวส่วนบนและส่วนล่างตรงจุดกึ่งกลางของความยาวกระดูกไหปลาร้า
C5 Maximum breadth of sternal end (MaxBStern)	ระยะระหว่างจุดสูงสุดและต่ำสุดของพื้นผิว Sternal surface โดยใช้คาลิปเปอร์	✓	Max BStern (Maximum Breadth of sternal end)	ระยะระหว่างจุดสูงสุดและต่ำสุดของส่วนปลายด้านกระดูกอก (Sternal end)

ภายหลังการคัดเลือกตัวแปร สามารถคัดเลือกได้ 4 ตัวแปร ใช้สัญลักษณ์เป็น MAXcL, Max BStern, Max BAcr, MMd

Fatma M.M. Badr El Dine. et al. ศึกษาการคาดคะเนเพศ โดยใช้ขนาดกระดูกสันหลังระดับอกที่ 12 และกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1 จากภาพถ่ายคอมพิวเตอร์ ในผู้ใหญ่ชาวอียิปต์ โดยวัดขนาด Upper End plate depth/EPDu, Lower End plate depth/EPDL, Upper End plate width/EPWu, Lower End plate width/EPWL, Anterior height of vertebral Body/VB-Ha,

Posterior height of vertebral Body/VB-Hp, Foramen diameter /FDs, Foramen diameter/FDc, Pedicle height/PH, Pedicle width/PW, Mammillary processlength/MPL, Articular process height/APH, Maximum distance between articular processes/ADm, Transverse process distance/TDm, Spinal process height/SPH, Spinal process length/SPL, Vertebral length/VL และสัดส่วน EP-Wu/EPDu) 2.EPWu/EPDI) 3.VBHp /VBHa) 4.FDc/FDs จากผู้ป่วย 200 ราย (เพศชาย 54 ราย เพศหญิง 66 ราย) ที่มารับการตรวจวินิจฉัย Multi-slice computerized tomography (MSCT) บริเวณหน้าอกและท้องที่ Radiological Department, Faculty of Medicine, Alexandria University วัตถุประสงค์เพื่อทำนายเพศ

การวิจัยพบว่า ขนาดของกระดูกสันหลังระดับอกที่ 12 และกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1 เพศชายมีขนาดใหญ่มากกว่าเพศหญิง แสดงให้เห็นความแตกต่างทางเพศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สมการ Multiple regression analysis  $Y=13.156+(0.187 \times VL_{sup}) - (0.10 \times EPDI)+(0.092 \times EPWL)+(0.003 \times VL_{inf})+(0.025 \times APD)$  สามารถทำนายเพศจากขนาดกระดูกสันหลังระดับอกที่ 12 มีความถูกต้อง 49.0-85.5% และสมการ  $Y=4.503-(0.043 \times VL_{superior})-(0.023 \times EPDI)-(0.040 \times VBHa)-EPDu$  สามารถทำนายเพศจากขนาดกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1 ได้ถูกต้อง 79% (Dine and Shafei 2015)

ผู้วิจัยทำการเลือกตัวแปรที่สามารถวัดได้ด้วยโปรแกรมการวัดสัดส่วนของระบบ PACS ผ่านภาพถ่ายทางรังสีเอกซเรย์





ตารางที่ 3 แสดงผลการคัดเลือกตัวแปรของผู้วิจัยจากการทบทวนวรรณกรรมของ Fatma M.M. Badr Dine

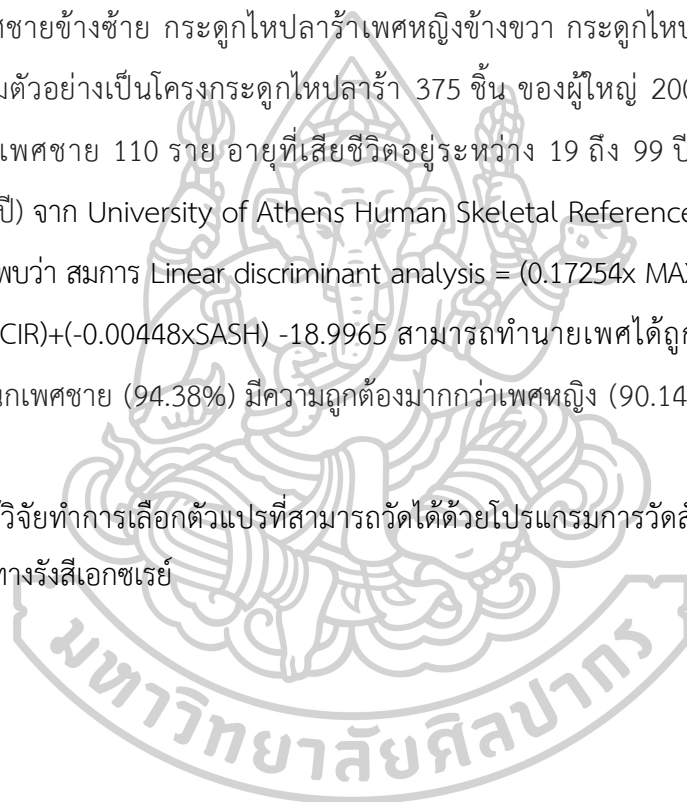
Fatma M.M. Badr El Dine. et al.		Sikharin.i		
วัดด้วยโปรแกรมวัดขนาด ผ่านภาพถ่ายคอมพิวเตอร์ (3 มิติ)		วัดด้วยโปรแกรมวัดขนาดของระบบ PACS ผ่านภาพถ่ายทางรังสี (2 มิติ)		
ตัวแปร	การวัดขนาดสัดส่วนกระดูก	วัดได้	ตัวแปร	การวัดขนาดสัดส่วนกระดูก
EPDu	ระยะทางจากขอบด้านหน้าสุดของแผ่นกระดูกปลายถึงจุดที่เว้าที่สุดของขอบด้านหลังของแผ่นกระดูกปลาย (พื้นผิวด้านบน)	X		
EPDL	ระยะทางจากขอบด้านหน้าสุดของแผ่นกระดูกปลายถึงจุดที่เว้าที่สุดของขอบด้านหลังของแผ่นกระดูกปลาย (พื้นผิวด้านล่าง)	X		
EPWu	ระยะทางจากขอบด้านซ้ายสุดของแผ่นกระดูกปลายถึงขอบด้านขวาสุดของแผ่นกระดูกปลาย (พื้นผิวด้านบน)	√	EPWu	ระยะทางระหว่างขอบด้านซ้ายสุดของแผ่นกระดูกปลายส่วนบนถึงขอบด้านขวาสุดของแผ่นกระดูกปลายส่วนบน
EPWL	ระยะทางจากขอบด้านซ้ายสุดของแผ่นกระดูกปลายถึงขอบด้านขวาสุดของแผ่นกระดูกปลาย (พื้นผิวด้านล่าง)	√	EPWL	ระยะทางระหว่างขอบด้านซ้ายสุดของแผ่นกระดูกปลายส่วนล่างถึงขอบด้านขวาสุดของแผ่นกระดูกปลายส่วนล่าง
VBHa	ความสูงส่วนหน้ามากที่สุดของตัวกระดูกสันหลัง	√	VBHa	ระยะทางระหว่างขอบแผ่นกระดูกปลายส่วนบนและขอบแผ่นกระดูกปลายส่วนล่าง (ความสูง แนวตั้งของกระดูกสันหลังส่วนหน้า)
VBHp	ความสูงส่วนหลังมากที่สุดของตัวกระดูกสันหลัง	X		
TDm	ระยะทางสูงสุดตามขวางจากขอบซ้ายสุดไปที่ขอบขวาสุด	√	TPd	ระยะทางตามขวางระหว่างปุ่มกระดูกจากขอบซ้ายสุดไปถึงปุ่มกระดูกที่ขอบขวาสุด
	หมายเหตุ FDs, FCs, PH, PW, MPL, APH, ADm, SPH, SPL, VL	X		

ภายหลังการคัดเลือกตัวแปร สามารถคัดเลือกได้ 3 ตัวแปร ใช้สัญลักษณ์เป็น EPWu, EPWL, VBHa, TPd

Miroslav Králik, et al. 2014 ศึกษาการประเมินเพศโดยใช้ขนาดกระดูกไหปลาร้า โดยการวัดขนาดกระดูกไหปลาร้า Maximum length/MAXL, Physiological length/PHYL, Superior-inferior diameter of midshaft/SIMD, Anterior-posterior diameter of midshaft/APMD, Circumference of midshaft/MCIR, Sternal articular surface height /SASH) ทำการเปรียบเทียบและวิเคราะห์กระดูกไหปลาร้าซึ่งแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กระดูกไหปลาร้าเพศชายข้างขวา กระดูกไหปลาร้าเพศชายข้างซ้าย กระดูกไหปลาร้าเพศหญิงข้างขวา กระดูกไหปลาร้าเพศหญิงข้างซ้าย ประชากรกลุ่มตัวอย่างเป็นโครงกระดูกไหปลาร้า 375 ชิ้น ของผู้ใหญ่ 200 คน โดยเป็นเพศหญิง 90 ราย และเพศชาย 110 ราย อายุที่เสียชีวิตอยู่ระหว่าง 19 ถึง 99 ปีโดยเฉลี่ยอายุ 58.9 ปี (มัธยฐาน 60 ปี) จาก University of Athens Skeletal Reference Collection, Greece

พบว่า สมการ Linear discriminant analysis =  $(0.17254 \times \text{MAXL}) + (-0.07051 \times \text{PHYL}) + (0.09830 \times \text{MCIR}) + (-0.00448 \times \text{SASH}) - 18.9965$  สามารถทำนายเพศได้ถูกต้อง 91.66-92.55% ส่วนการจำแนกเพศชาย (94.38%) มีความถูกต้องมากกว่าเพศหญิง (90.14%) (Králik, Urbanová et al. 2014)

ผู้วิจัยทำการเลือกตัวแปรที่สามารถวัดได้ด้วยโปรแกรมการวัดสัดส่วนของระบบ PACS ผ่านภาพถ่ายทางรังสีเอกซเรย์



ตารางที่ 4 ผลการคัดเลือกตัวแปรจากการทบทวนวรรณกรรมของ Miroslav Králík

Miroslav Králík		Sikharin.i		
วัดด้วยเครื่องมือวัดขนาด ผ่านกระดูกโดยตรง		วัดด้วยโปรแกรมวัดขนาดของระบบ PACS ผ่านภาพถ่ายทางรังสี (2 มิติ)		
ตัวแปร	การวัดขนาดสัดส่วนกระดูก	วัดได้	ตัวแปร	การวัดขนาดสัดส่วนกระดูก
MAXL	ระยะทางยาวสุดจากปลาย Sternal articular ไปจนถึง ปลายสุดของ Acromial articular ที่วัดบนบอร์ด Osteometric	√	MAXcL (Maximum clavicle length)	ระยะทางเส้นตรงระหว่างส่วน ปลายสุดด้านกระดูกสะบักของ กระดูกไหปลาร้า (Acromion end) ถึงส่วนปลายสุดด้าน กระดูกอกของกระดูกไหปลาร้า (Sternal end)
PHYL	ระยะห่างระหว่างกึ่งกลาง พื้นผิว Sternal articular กับกึ่งกลางพื้นผิว Acromial articular โดยใช้คาลิปเปอร์	X		
SIMD	ระยะทางเส้นตรงระหว่าง พื้นที่ผิวส่วนบนและส่วน ล่าง ตรงกึ่งกลางของ ความยาวกระดูกไหปลาร้า โดยใช้คาลิปเปอร์	√	MMd (Midshaft maximum diameter)	ระยะทางเส้นตรงระหว่างพื้นผิว ส่วนบนและส่วนล่าง ตรงกึ่งกลาง ของความยาว กระดูกไหปลาร้า
APMD	ระยะทางเส้นตรงระหว่าง พื้นที่ผิวส่วนหน้าและส่วน หลังตรงกึ่งกลางของ ความยาวกระดูกไหปลาร้า โดยใช้คาลิปเปอร์	X		
MCIR	เส้นรอบวงตรงกึ่งกลางของ ความยาวกระดูกไหปลาร้า โดยใช้เทป	X		
SASH	ระยะระหว่างจุดสูงสุด และต่ำสุดของพื้นผิว Sternal surface โดยใช้คาลิปเปอร์	√	Max BStern	ระยะระหว่างจุดสูงสุดและ ต่ำสุดของส่วนปลายด้าน กระดูกอก (Sternal end)

ภายหลังการคัดเลือกตัวแปร สามารถคัดเลือกได้ 3 ตัวแปร ใช้สัญลักษณ์เป็น MAXcL, MMd, Max BStern

จากการทบทวนวรรณกรรมทั้งหลาย ทำการคัดเลือกตัวแปรที่สามารถทำการวัดระยะได้จากภาพถ่ายทางรังสีเอกซเรย์ ดังนี้ EPWu, EPWL, VBHa, TPd, MAXcL, MaxBStern, MMd ทางผู้วิจัยมีความสนใจเพิ่มตัวแปร MAXCr ซึ่งเป็นการวัดระยะความกว้างมากที่สุดของ Acromial articular และตัวแปร MaxVBsa เป็นพื้นที่ผิวมากที่สุดแนวระนาบด้านหน้าของ Body กระดูกสันหลัง สามารถคำนวณจาก  $\frac{1}{2} \times (\text{ความกว้างของ End plate ส่วนบนรวมกับความกว้างของ End plate ส่วนล่าง}) \times \text{ความสูงของ Body กระดูกสันหลังด้านหน้า}$

#### ผลงานวิจัยของนักวิชาการไทย

ในส่วนของผลงานวิจัยของนักวิชาการไทย ทางด้านการวัดขนาดกระดูกมาใช้ในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์นั้น ผู้วิจัยได้ค้นหาในโครงการเครือข่ายห้องสมุดในประเทศไทย ThaiLIS-Thai library Intergrated System สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา ซึ่งเป็นฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์ของประเทศไทย และฐานข้อมูลวิชาการของมหาวิทยาลัยศิลปากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบงานวิจัยจำนวนมาก ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกงานวิจัยมานำเสนอบางส่วน แต่ไม่พบงานวิจัยขนาดกระดูกสันหลัง กระดูกไหปลาร้า กระดูกซี่โครงมาใช้คาดคะเนความสูง

#### 4) ผลงานวิจัยของประเทศไทยเกี่ยวกับการคาดคะเนความสูง

Kaweesak Chittawatanarat. et al. ศึกษาการคาดคะเนความสูง จากขนาดสัดส่วนร่างกายของประชากรไทย โดยการวัดขนาด Demispan, Biaxillary length, Neck length, Humeral length, Forearm length, Hand length, Sitting height, Thight length, Knee height, Foot length จากอาสาสมัครทั้งสองเพศ จำนวน 200 คน อายุระหว่าง 18-60 ปี วัตถุประสงค์เพื่อทำนายความสูง

พบว่า วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสมการ Linear regression การใช้ตัวแปรเดียว (Knee height) มีค่า  $R^2 = 0.46-0.92$  แสดงว่าสามารถทำนายความสูงได้ดีที่สุด ส่วนการใช้สองตัวแปรระหว่าง Sitting height กับ Knee height มีค่าสูงที่สุดในเพศชาย  $R^2 = 0.79-0.82$  เพศหญิง  $R^2 = 0.68-0.71$  (Chittawatanarat, Pruenglampoo et al. 2012)

มาลีสา เอี่ยมศิลา ศึกษาการประมาณความสูงของร่างกายจากการวัดกะโหลกศีรษะในประชากรไทย โดยการวัดขนาดกะโหลกจำนวน 118 กะโหลก อายุระหว่าง 20-94 ปี เป็นเพศชาย 80 กะโหลก เป็นเพศหญิง 38 กะโหลก จากภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จำนวน 118 กะโหลก ทั้งหมด 6 ตำแหน่ง ได้แก่ Maximum cranial length (g-op), Midsagittal (ba-b), Maximum cranial breadth (eu-eu), Maximum frontal breadth (ft-ft), Bizygomatic breadth (zy-zy), Horizontal circumference of head วัดอุปประสงค์เพื่อทำนายความสูง

พบว่า ตัวแปรที่ดีที่สุด คือ Bizygomatic breadth (zy-zy) SEE ต่ำที่สุด และมีความสัมพันธ์กับความสูงร่างกาย (Correlation) สูงที่สุด  $r = 0.444$  จากสมการ Linear regression ใช้ Stepwise method ได้สมการที่ดีที่สุดที่จะนำไป ใช้คำนวณความสูง คือสมการ  $S = 56.036 + (6.721 \times zy-zy) + (4.17 \times ba-b) - (4.25 \times ft-ft) \pm 7.985$  (มาลีสา เอี่ยมศิริ 2554)

5) ผลงานวิจัยของประเทศไทยเกี่ยวกับการทำนายเพศ

ศิริระ กลัมพะสุด ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของปุ่มกระดูกกกหู (มาสตอยด์โพรเซส) เพื่อใช้ในการระบุเพศ โดยการวัดขนาดปุ่มกระดูกกกหู จากกระดูกของภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล จำนวน 30 กะโหลก เป็นเพศชาย 16 ชิ้น เป็นเพศหญิง 14 ชิ้น อายุระหว่าง 20-80 ปี ซึ่งได้กำหนดจุดอ้างอิงในการวัดทั้งหมด 8 ตำแหน่ง ได้แก่ Mastoidale (MA) Porion (PO) Asterion (AS) Mastoid process width (MPW) Mastoid process height (MPH) และระยะการวัด MA-PO, PO-AS, MA-AS, MP-W, MPH, RT/Av, LT/Av, Rt.Area, Lt.Area, TOTAL Area

จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Discriminant analysis พบว่า จุดที่สามารถแยกเพศชายได้ถูกต้องที่สุดในปุ่มกระดูกกกหูทั้งสองข้าง คือ MPH มีค่าความถูกต้อง 81.3% ส่วนจุดที่สามารถแยกเพศหญิงได้ถูกต้องที่สุดในปุ่มกระดูกกกหูทั้งสองข้าง คือ MA-PO มีค่าความถูกต้อง 78.6% และค่าโดยภาพรวมที่สามารถจำแนกเพศของ Rt.MA-PO, Rt.Area, Lt.MA-PO, Lt.PO-AS, Lt. MPH, Lt./Av, Lt. Area ซึ่งให้ค่าความน่าเชื่อถือในภาพรวม 73.33% (ชาย > 21.10 ≥ หญิง, ชาย > 480.04 ≥ หญิง, ชาย > 23.04 ≥ หญิง, ชาย > 44.40 ≥ หญิง, ชาย > 30.50 ≥ หญิง, ชาย > 55.84 ≥ หญิง, ชาย > 527.56 ≥ หญิง) (ศิริระ กลัมพะสุด 2555)



พนมไพร ไสนะรา ศึกษาลักษณะโครงสร้างของกระดูกสันอกในประชากรไทยเพื่อใช้ในการระบุเพศ โดยการวัดขนาดกระดูกสันอกจากกระดูกของภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล จำนวน 30 ชิ้น เป็นเพศชาย 15 ชิ้น เป็นเพศหญิง 15 ชิ้นอายุระหว่าง 20-80 ปี ซึ่งได้กำหนดจุดอ้างอิงในการวัดทั้งหมด 8 ตำแหน่ง ได้แก่ Manubrium (M) Sternal Body length (B) Combined length of manubrium and Body (CL) Corpus sterni width at first sternebra (CSWs<sub>1</sub>) Manubrium width (MW) Corpus sterni width at third sternebra (CSWs<sub>3</sub>) Sternal index (SI) Sternal area (SA) Total length of tibia จากสถิติการจำแนก

ผลการทดลองพบว่า ตำแหน่งที่ใช้ในการแยกเพศได้ดีที่สุด คือ จุด Corpus sterni width at first sternebra (CSWs<sub>1</sub>) ที่ (ชาย >25 ≥ หญิง) ให้ค่าความน่าเชื่อถือ สูงถึง 86.7% ทั้งในภาพรวม และในการจำแนกเพศชายหญิง (ชาย >25 ≥ หญิง) (พนมไพร ไสนะรา 2555)

กณิก เฉลิมพัทธ์ ศึกษาการจำแนกเพศจากภาพถ่ายรังสีทางการแพทย์บริเวณหัวกระดูกต้นขา โดยใช้ระยะได้แก่ Femoral shaft, Femoral head, Femoral neck, Greater trochanter, Lesser trochanter) และกำหนดจุดอ้างอิง ดังนี้ (A) ก้านของกระดูกต้นขาบริเวณใต้ปลายล่างสุด ของปุ่มกระดูกต้นขาด้านใกล้ตัว (B) ก้านของกระดูกต้นขาที่อยู่ตรงข้ามกับจุด A (C) จุดเปลี่ยนโค้งที่แคบที่สุดของคอกกระดูกต้นขาด้านนอก (D) จุดเปลี่ยนโค้งที่แคบที่สุดของคอกกระดูกต้นขาด้านใน (E) จุดร่วมที่อยู่ด้านในของเส้นที่ลากผ่านหัวกระดูกต้นขาที่ยาวที่สุด (F) จุดร่วมที่อยู่ด้านนอกของเส้นที่ลากผ่านหัวกระดูกต้นขาที่ยาวที่สุด และ 15 ระยะ ได้แก่ ระยะที่วัดจาก A-B เป็นความกว้างของส่วนกว้างของกระดูกต้นขาใต้ปุ่ม กระดูกต้นขาส่วนต้นด้านในระยะที่วัดจาก C-D เป็นจุดเปลี่ยนโค้งที่แคบที่สุดของส่วนคอกกระดูกต้นขา ระยะที่วัดจาก E-F เป็นส่วนที่กว้างที่สุดของส่วนหัวกระดูกต้นขา และเส้น C-D ขนานกับ E-F เสมอ ระยะ A-C, A-D, A-E, A-F, B-C, B-D, B-E, B-F, C-E, C-F, D-E, D-F เก็บข้อมูลจากประชากรผู้ป่วยของโรงพยาบาลตำรวจ จำนวน 136 ราย เป็นเพศชาย 63 ราย เป็นเพศหญิง 73 ราย ที่มีอายุมากกว่า 20 ปี

พบว่า ระยะบริเวณหัวกระดูกต้นขาที่มีความสัมพันธ์กับเพศมากที่สุด คือ ระยะจากจุดเปลี่ยนโค้งบริเวณคอกกระดูกต้นขาด้านนอก ถึงส่วนที่กว้างที่สุด บริเวณหัวกระดูกต้นขาด้านใน (C-E) รองลงมา คือ จุดเปลี่ยนโค้งที่แคบที่สุดของส่วนคอกกระดูกต้นขา (C-D) สามารถจำแนกเพศได้ถูกต้อง 85% (กณิก เฉลิมพัทธ์ 2556)

ชุตติมา เสริมดวงประทีป ศึกษาการจำแนกเพศจากกระดูกหน้าแข้งและกระดูกปลายแขน ในโครงกระดูกของคนไทย โดยการวัดขนาดกระดูกหน้าแข้งและกระดูกปลายแขนจากโครงกระดูกของภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล จำนวน 52 ร่าง อายุระหว่าง 20-90 ปี ซึ่งกำหนดจุดอ้างอิงในการวัด ได้แก่ Total length of tibia, PXBT (Proximal breadth), LTCL (Length of superior lateral articular facet), LTCB (Breadth of superior lateral articular facet), MTCL (Length of superior medial articular facet), MTCB Breadth of superior medial articular facet), DSBT (Distal breadth), Total length of ulna, Olecranon breadth, Minimum olecranon breadth, Height of olecranon, Maximum midshaft diameter, Minimum circumference of the ulna

พบว่า สมการสามารถวิเคราะห์ Length of superior medial articular facet (MTCL) ข้างขวาของ Tibia ให้ค่าความถูกต้องโดยรวม 86.54% การวิเคราะห์จำแนกเพศชายถูกต้อง 86.67% เพศหญิงถูกต้อง 86.36% รองลงมาคือ Distal breadth (DSBT) ข้างขวาของ Tibia มีความถูกต้องโดยรวม 84.62% การวิเคราะห์จำแนกเพศชายถูกต้อง 80.00% เพศหญิงถูกต้อง 90.91% และค่าความถูกต้องโดยรวมในการจำแนกเพศของ Total length of ulna ข้างซ้าย เท่ากับ 82.69% การวิเคราะห์จำแนกเพศชายถูกต้อง 80.00% เพศหญิงถูกต้อง 86.36% (ชุตติมา เสริมดวงประทีป 2556)

กัญญารัตน์ ยาประเสริฐ ศึกษาการกำหนดเพศโดยการวิเคราะห์คณิตศาสตร์เพื่อประเมินค่าความน่าเชื่อถือในการวัดกระดูกปลายแขนด้านใน (Ulna) และกระดูกหน้าแข้ง (Tibia) ในประชากรไทย โดยการวัดขนาดกระดูกปลายแขนด้านในและกระดูกหน้าแข้ง จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 ราย อายุระหว่าง 20-55 ปี เป็นเพศชาย 188 ราย เป็นเพศหญิง 212 ราย ที่มีภูมิลำเนาอยู่ในภาคต่างๆ ของประเทศไทย

พบว่า กระดูกที่สามารถแยกเพศชายได้ถูกต้องที่สุดด้วยวิธี Casewise statistics คือกระดูก Ulna ด้านซ้าย ซึ่งมีค่าแบ่งแยกเพศชาย-เพศหญิง คือ 26.16 (Male > 26.16 ≥ Female) โดยมีค่าความแม่นยำร้อยละ 84 ส่วนกระดูกที่สามารถแยกเพศหญิงได้ถูกต้องที่สุด คือกระดูก Ulna ด้านขวา ซึ่งมีค่าแบ่งแยกเพศชาย-เพศหญิง คือ 26.27 (Male > 26.27 ≥ Female) โดยมีค่าความแม่นยำร้อยละ 87.30 (กัญญารัตน์ ยาประเสริฐ 2556)

พิชิตพล แม่นวงศ์ ศึกษาการกำหนดเพศโดยการวิเคราะห์จำแนกเพื่อประเมินหาค่าความน่าเชื่อถือในการวัดกระดูกฝ่ามือในประชากรไทย โดยการวัดขนาดกระดูกฝ่ามือจากโครงกระดูกจำนวน 30 คู่ อายุระหว่าง 25-80 ปี ของภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ซึ่งกำหนดจุดอ้างอิงในการวัด ได้แก่ ML (Maximum length), MLD-PE (Mediolateral diameter of proximal epiphysis), APDPE (Antero-posterior diameter of proximal epiphysis), ECD (Epicondylar diameter), MLDDE (Mediolateral diameter of distal epiphysis), APDDE (Antero-posterior diameter of distal epiphysis), MLDM (Mediolateral diameter at midshaft), APDM (Antero-posterior diameter at midshaft)

พบว่า จุดที่สามารถแยกเพศได้ดีที่สุด คือ จุด ECD ของ Second metacarpal ให้ค่าความน่าเชื่อถือข้างซ้าย 73.3% และข้างขวา 83.3% ในกลุ่มเพศชาย จุดที่สามารถแยกเพศได้ถูกต้องที่สุดในกระดูกฝ่ามือ เพศชาย คือ จุด ECD ของ Second metacarpal ข้างขวา มีค่าความน่าเชื่อถือจากการทำนาย 83.3% ส่วนในกลุ่มเพศหญิงจุดที่สามารถแยกเพศได้ถูกต้องที่สุดในกระดูกฝ่ามือเพศหญิง คือ MLDM ของ Second metacarpal ข้างขวา และจุด APDDE ของ Second metacarpal ข้างขวา มีค่าความน่าเชื่อถือจากการทำนาย 91.7% (พิชิตพล แม่นวงศ์ 2553)

ศิริวรรณ จิงขจรเกียรติ ศึกษาการกำหนดเพศโดยการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินหาค่าความน่าเชื่อถือในการวัดกระดูกสะบ้าในประชากรไทย โดยการวัดขนาดกระดูกสะบ้าจากศพคนไทย อายุ 25-60 ปี ที่มาชั้นสุตรที่สำนักงานนิติเวชโรงพยาบาลตำรวจ จำนวน 100 คู่ เป็นเพศชาย 65 คู่ และเพศหญิง 35 คู่ จากจุดที่กำหนดทั้งหมด 8 จุด ได้แก่ MAXHG (Maximum height) MAXWD (Maximum width) MAXTK (Maximum thickness) WDMA (Width of medial articular facet) WDLA (Width of lateral articular facet) HGMA (Height of medial articular facet) HGLA (Height of lateral articular facet) HGAF (Height of articular facet) จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Casewise statistic

พบว่า ในกลุ่มเพศชายจุดที่สามารถแยกเพศได้ถูกต้องสูงสุดในกระดูกสะบ้าข้างซ้าย คือ จุด WD MA รองลงมา MAXWD, MAXHG และ HGLA โดยแต่ละจุด มีค่าความถูกต้องถึง 96.9%, 93.8%, 90.8% และ 90.8% สำหรับกระดูกสะบ้าข้างขวา คือจุด HGLA รองลงมาคือ MAXHG, MAXWD มีค่าความถูกต้อง 93.8%, 89.2% และ 89.2% ส่วนในกลุ่มเพศหญิงจุดที่สามารถแยกเพศได้ถูกต้องสูงสุดของกระดูกสะบ้าข้างซ้ายคือจุด MAX-WD, MAXTK, MDLA และ HGLA แต่ละจุดมีค่าความถูกต้อง 100%, 97.1%, 91.4% และ 91.4% ส่วนกระดูกสะบ้าข้างขวาจุดที่แยกเพศได้

ถูกต้อง 100% คือ MAXWD, MAXTK, WDLA รองลง มาคือ HGLA ถูกต้อง 97.1% เมื่อนำค่าที่ได้มา เปรียบเทียบความถูกต้องในการแยกเพศชายและเพศหญิง พบว่า จุดที่มีความถูกต้องในการแยกเพศ มากกว่า 90% คือ MAXWD ข้างซ้ายซึ่งค่าการแบ่งแยกเพศ คือ 4.12 เซนติเมตร (ชาย > 4.12 cms. ≥ หญิง) และจุด HGLA ทั้งซ้ายและขวา มีค่าการแบ่งแยกเพศ คือ 0.93 เซนติเมตร (ชาย ≥ 2.93 cms. ≥ หญิง) (ศิริวรรณ จึงขจรเกียรติ 2552)

นันทา คุณคณะ ศึกษาการระบุเพศในประชากรไทยโดยวิเคราะห์จากการวัดกระดูก ขากรรไกรล่าง โดยการวัดขนาดกระดูกขากรรไกรล่างที่เป็นกระดูกแห้ง (Dry bone) จากเส้นสมมติ ที่ใช้เป็นตัวแปร 21 ค่า จากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 87 ชิ้น เป็นเพศชาย 56 ชิ้นเพศหญิง 31 ชิ้น อายุระหว่าง 13-83 ปี ที่มาจากคลังกระดูก ห้องปฏิบัติการกายวิภาคศาสตร์ ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

พบว่า ค่าเฉลี่ยของตัวแปรทั้ง 21 ค่าบนกระดูกขากรรไกรล่างในเพศชาย มีค่ามากกว่า เพศหญิง ยกเว้นตำแหน่งมุมขากรรไกรล่าง เพศหญิงมีค่ามุมที่มากกว่าเพศชายอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ ( $p < 0.05$ ) เปรียบเทียบความแตกต่างขนาดกระดูกขากรรไกรล่างในเพศชาย และเพศหญิงจาก ค่าสถิติ t พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = 0.000$ ) ใช้ค่า Casewise statistics ของตัวแปรในการวัดกระดูกขากรรไกรล่างในเพศชาย พบว่า ตำแหน่งที่มีความแม่นยำในการทำนาย เพศมากที่สุด คือ Maximum ramus height-right และ Maximum ramus breadth-right ที่ความ แม่นยำ 80.4% ส่วนตำแหน่งที่มีความแม่นยำน้อยที่สุด คือ Minimum ramus breadth-left มีความ แม่นยำ 58.9 % ในกลุ่มเพศหญิงตำแหน่งที่มีความแม่นยำในการทำนายเพศมากที่สุด คือ Goniongnathion length-left และ Mandibular length-right มีความแม่นยำ 80.6% ส่วนตำแหน่งที่มีความแม่นยำน้อยที่สุดคือ Chin height มีความแม่นยำ 61.3% นำค่าที่ได้มา เปรียบเทียบความถูกต้องในการจำแนกเพศในชายและหญิง พบว่า ตำแหน่งที่มีค่าความถูกต้องในการ จำแนกเพศสูงที่สุด คือ ตำแหน่ง Mandibular length-right มีความถูกต้อง 79.3% ค่าการจำแนก ระหว่างเพศ คือ 83 mm. (Male > 83 ≤ Female) ส่วนตำแหน่งที่มีค่าความถูกต้องในการจำแนก เพศน้อยที่สุดคือตำแหน่ง Minimum ramus breadth-left มีความถูกต้อง 63.2% ค่าการจำแนก ระหว่างเพศ คือ 30 mm. (Male > 30 ≤ Female) (นันทา คุณคณะ 2558)

#### 6) ผลงานวิจัยของประเทศไทยเกี่ยวกับการคาดคะเนความสูงและทำนายเพศ

วรารัตน์ ก่อเกิด ศึกษาการคาดคะเนความสูงและเพศของบุคคลจากรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในกลุ่มประชากรไทย กรณีศึกษาจังหวัดอุดรดิตถ์และจังหวัดแพร่ โดยการวัดขนาดรอยพิมพ์ฝ่าเท้าเปล่าจำนวน 200 ราย เป็นเพศชาย 100 ราย เป็นเพศหญิง 100 ราย อายุระหว่าง 18-55 ปี กำหนดจุดอ้างอิง Pternion (pte), finger tip (d1.t, d2.t, d3.t, d4.t, d5.t), Lateral meta tarsal point (mt.m, mt.l, cc.m, ctu.l) และเส้นอ้างอิงทำการวัดระยะ Foot length, Foot width จากวิธีการวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis)

พบว่า ความยาวฝ่าเท้าซ้ายสามารถใช้คาดคะเนความสูงได้ดีที่สุดในทั้งสองเพศและไม่ระบุเพศ ( $S$  เพศชาย =  $71.192 + 4.029 (L_t \text{ foot length}) \pm 3.778$  ซึ่ง  $r = 0.745$ ,  $S$  เพศหญิง =  $65.775 + 4.029 (L_t \text{ foot length}) \pm 3.291$  ซึ่ง  $r = 0.718$ ,  $S$  ไม่ระบุเพศ =  $35.585 + 5.5454 (L_t \text{ foot length}) \pm 4.097$  ซึ่ง  $r = 0.855$ ) และความยาวฝ่าเท้า ความกว้างฝ่าเท้า สามารถใช้ทำนายเพศชายได้ถูกต้อง 81% ทำนายเพศหญิงได้ถูกต้อง 84% และเปอร์เซ็นต์การทำนายโดยรวมถูกต้อง 82.5% (นันทา คุณคณะ 2558)

รัตติกาล กัมสิทธิ์ การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนสูง และเพศกับขนาดของโพรงอากาศพรอนทัลไซน์สในประชากรไทย โดยการวัดขนาดของพรอนทัลไซน์ส จากภาพถ่ายรังสีเอกซเรย์ทางการแพทย์ของผู้ป่วยที่เข้ามาทำการรักษาที่โรงพยาบาลตำรวจ จำนวน 156 ราย เป็นเพศชาย 79 ราย เป็นเพศหญิง 77 ราย ที่มีอายุ 20 ปีบริบูรณ์ ทำการวัดระยะดังนี้ Left frontal sinus width (G-line), Right frontal sinus width (F-line), Left frontal sinus height (C-line), Right frontal sinus height (B-line)

พบว่า ขนาดความกว้างและความสูงของโพรงอากาศพรอนทัลไซน์ส ไม่สามารถนำมาพยากรณ์ส่วนสูงของมนุษย์ได้ในทั้งสองเพศ แต่สามารถพยากรณ์เพศได้ โดยค่า Right frontal sinus height (B-line) ที่ระดับ 0.000 และ Left frontal sinus width (G-line) ที่ระดับ 0.002 ซึ่งสามารถจำแนกกลุ่มได้ถูกต้อง (รัตติกาล กัมสิทธิ์ 2556)

#### 7) ผลงานวิจัยต่างประเทศเกี่ยวกับเหมืองข้อมูลในการจำแนกข้อมูลทางเพศ

Curate F. et al. ศึกษาการคาดคะเนเพศด้วยพื้นที่โดยรวมของกระดูกต้นขาส่วนต้นของตัวอย่างกระดูก (เพศหญิง 112 ราย เพศชาย 112 ราย) จาก University of Coimbra, Portugal วิเคราะห์ด้วยเทคนิค Logistic regression-LR, Linear discriminant analysis-LDA, Reduce error pruning trees (REPTree) และ Classification and regression trees (CART) วัดอุปสรรค 1) เพื่อหาโมเดลที่สามารถทำนาย เพศได้ 2) ทำนายเพศ



การวิจัยพบว่า เทคนิค Logistic regression สามารถคาดคะเนเพศได้ถูกต้อง 92% (Female 96.7%, Male 86.7%) เทคนิค The CART Decision tree สามารถคาดคะเนเพศได้ถูกต้อง 93.3% (female 93.3%, male 90%) เทคนิค The reduce error pruning trees classifier สามารถทำนายเพศได้ถูกต้อง 92.9% (female 93.3%, male 90%) เทคนิคเหมืองข้อมูลที่มีการพัฒนาขึ้นมาใหม่ (Reduce error pruning trees และ Classification and regression trees) สามารถสร้างโมเดลการทำนายที่มีประสิทธิภาพดีกว่าโมเดลที่สร้างจากเทคนิคแบบดั้งเดิม (Logistic regression, Linear discriminant analysis) โดยเฉพาะวิธี REPTree ซึ่งจะเพิ่มความแม่นยำโดยรวมให้มากขึ้นและลดค่า Bias ให้น้อยลง (Curate, Albuquerque et al. 2017)

Navega D. et al. ทำการวิจัยเรื่อง การประมาณเพศจากกระดูก Tarsal โดยการวัด ความกว้าง ความยาว ความสูงของกระดูก Tarsal ผ่านกระดูกโดยตรง ทั้งหมด 18 เส้น) CalcLg, TalLg, TalBrd, NavLg, NavBr, CF1Lg, CF1B rd, CF1Ht, CF2Lg, CF2Brd, CF2Lg, CF2Brd, CF2Ht, CF3Lg, CF3Brd, CF3Ht, CubBrd, CubHt ) ของกลุ่มตัวอย่างชาวโปรตุเกส) เพศชาย 60 ราย เพศหญิง 60 ราย) ทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล โดยโมเดลที่สร้างจากเทคนิค lbk, PART, Simple Cart, ADtree, Bftree, NBtree, Naïve bays (Gaussian), Naïve bayes (Kemel), Naïve (Discretized), LDA, Simple logistic, Logistic (ridge), Multilayer perceptron วัดอุปสงค์เพื่อ (1 ร้างโมเดลการทำนายเพศ เพื่อทำนาย (2 เพศจากขนาดสัดส่วนกระดูก Tarsal

ผลการศึกษาพบว่า กระดูก Tarsal สามารถจำแนกเพศได้ โมเดลที่สร้างจากเทคนิคเหมืองข้อมูลให้ผลการทำนายเพศได้อย่างถูกต้องแม่นยำสูง > 80 % และผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่า เทคนิคเหมืองข้อมูล เป็นเครื่องมือสำคัญที่ผู้ปฏิบัติงานทางนิติวิทยาศาสตร์ ควรพิจารณาเมื่อมีการพัฒนามาตรฐานใหม่ๆ สำหรับการคาดคะเนเพศ (Navega, Vicente et al. 2015)

Francisco Curate. et al. ศึกษาวิธีการคาดคะเนเพศโดยใช้กระดูกต้นขาส่วนต้น จากการวัดขนาด Femoral neck axis length (FNAL) และ Femoral neck width (FNW) ของกระดูกต้นขาข้างซ้าย เพศหญิง 114 ราย เพศชาย 138 ราย จาก The Lu's Lopes Collection, National History Museum of Lisbon, Portugal อายุขณะเสียชีวิต 20-94 ปี ระหว่างปี ค.ศ. 1891-1959 การวิเคราะห์โดยใช้การถดถอยโลจิสติก (Logistic regression-LR) และ The C4.5 algorithm produces Decision tree s

ผลการทดลองพบว่า LR models ในการทำนายเพศขนาด FNAL มีความถูกต้อง 85.3% ขนาด FNW สามารถทำนายถูกต้อง 85.3% Sensitivity ส่วนเทคนิค The classification rule produced with the C 4.5 algorithm สามารถทำนายถูกต้อง 85.3%

8) ผลงานวิจัยต่างประเทศเกี่ยวกับเหมืองข้อมูลในการจำแนกข้อมูลทางเพศ ประมาณค่าข้อมูลทาง ความสูง น้ำหนัก และขนาดชิ้นส่วน (Curate, Coelho et al. 2016)

Oscar Miguel Miguel-Hurthado et al. ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบเทคนิค เหมืองข้อมูลในการสำรวจความสัมพันธ์ระหว่างขนาดสัดส่วนมือกับคุณลักษณะทางประชากรศาสตร์ โดยใช้ผู้เข้าร่วมวิจัย 112 คน (เพศชาย 56 ราย และเพศหญิง 56 ราย) จำกัดเฉพาะเชื้อชาติ Caucasians ที่พูดภาษาอังกฤษ และมีอายุ ระหว่าง 18 ถึง 35 ปี จาก the University of Southampton Ethics Committee, the University of Kent Sciences Ethics Committee and the University of Dundee Research Ethics Committee ทำการวัดขนาดสัดส่วนมือ 21 เส้น (Wrist breadth, Wrist to little, Wrist to ring, Wrist to middle, Wrist to index, Wrist to thumb, Little proximal phalanx, Little intermediate phalanx, Little distal phalanx, Ring proximal phalanx, Ring intermediate phalanx, Ring distal phalanx, Middle proximal segment, Middle intermediate phalanx, Middle distal phalanx, Index proximal phalanx, Index intermediate phalanx, Index distal phalanx, Thumb proximal phalanx, Thumb distal phalanx, Hand breadth) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล Decision tree , Supportive vector machine, Multilinear Logistic regression, Naïve bayes และสมการ Linear regression วัดอุปสงค์เพื่อ 1) การทำนาย Sex, Height, Weight, Log-weight, Foot 2) เปรียบเทียบผลการทำนายระหว่างเทคนิคเหมืองข้อมูลกับสมการคณิตศาสตร์

ผลการทดลอง 1) โมเดลที่สร้างจากเทคนิค Supportive vector machine ให้ผลการทำนายที่ดีที่สุดจากขนาดสัดส่วนของมือขวา (ความถูกต้อง 88.7%) โมเดลที่สร้างจาก Naïve bayes มีความถูกต้อง 87.7% ให้ผลการทำนายที่ดีที่สุดจากขนาดสัดส่วนมือซ้าย 2. Multi-linear Logistic regression ที่ใช้ทำนายความสูง น้ำหนัก และขนาดของเท้า มีความถูกต้อง 90% การเปรียบเทียบระหว่างเทคนิคเหมืองข้อมูลและสมการถดถอยเชิงเส้น เทคนิคเหมืองข้อมูลให้ผลการทำนายดีกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อจำนวน Bin ลดลง (Miguel-Hurtado, Guest et al. 2016)

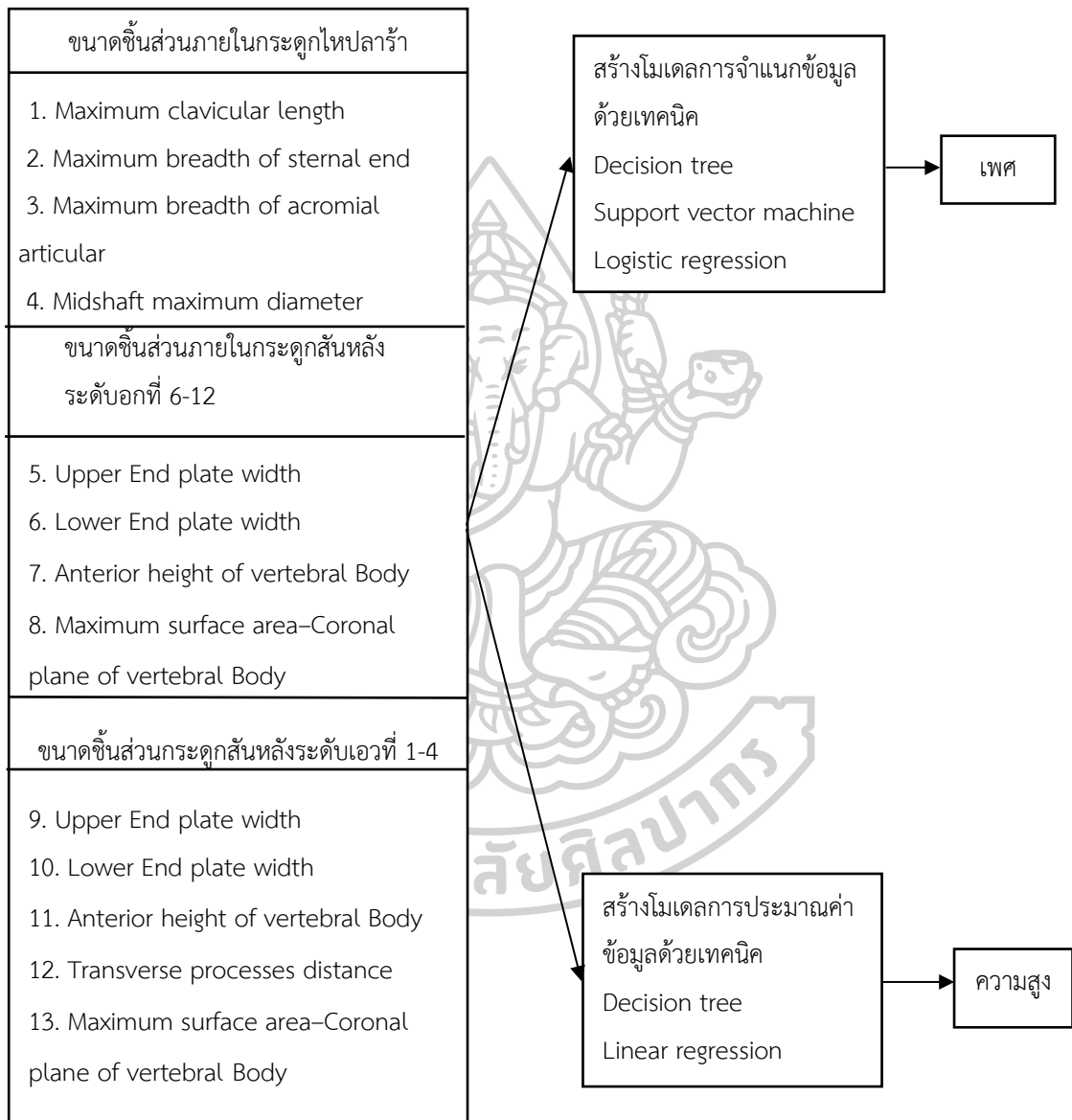
จากการศึกษาเอกสารการวิจัยและทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะเห็นได้ว่าการศึกษาดังกล่าวจะช่วยในการพิจารณาว่า การวัดขนาดสัดส่วนกระดูกบางระยะ สามารถวัดผ่านภาพถ่ายรังสีเอกซเรย์จากจุดอ้างอิงโดยตรง ไม่ต้องผ่านการปรับแต่งภาพ มีค่าใช้จ่ายไม่สูงเมื่อเปรียบกับภาพถ่ายเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ หรือภาพถ่ายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งกระดูกสันหลังระดับอก กระดูกสันหลังระดับเอวเป็นกระดูกที่มีความแตกต่าง สามารถมองเห็นได้ชัดเจน ส่วนกระดูกไหปลาร้า อยู่ในตำแหน่งที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนและสะดวกต่อการวัดขนาดสัดส่วนจากภาพถ่ายรังสีเอกซเรย์ การทำนายคุณลักษณะทางชีวภาพ สามารถใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาวิเคราะห์สรุปประเด็นได้ดังตารางต่อไป

ตารางที่ 5 สรุปประเด็นที่ศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคัดเลือกตัวแปรที่สามารถวัดได้จากภาพถ่ายรังสีเอกซเรย์

ประเด็นที่ศึกษา	Miroslav kralik	Francisco Curate F.et al.	Navega D. et al.	Win Bin Hou et al.	Francisco Curate F.et al.	Vasiriki A. Papaioannou	Fatma M.M.Badr El Dine	Oscar Miguel -Hurthado
ศึกษาการกำหนดชนิดกระดูก	Clavicle	Thigh	Tasal	Thoracic 12	Thigh	Clavicle	Thoracic12-Lumbar1	Hand
ศึกษาการกำหนดตัวแปร	Distance	Surface area	Distance	Distance	Surface area	Distance	Distance	Distance
ศึกษาวิธีการการวัดตัวแปรผ่านทางภาพถ่ายทางการแพทย์	X	√	X	√	√	√	√	√
ศึกษาจำนวนตัวแปร	6	1	18	30	2	14	21	21
ศึกษากลุ่มตัวอย่าง	375	224	120	141	224	294	252	112
ศึกษาวิเคราะห์ด้วยสมการคณิตศาสตร์	√	X	X	√	X	√	√	X
ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล	X	√	√	X	√	X	X	√

และเมื่อวิเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่กรอบแนวคิดของการวิจัย และการสร้างข้อค้นพบใหม่จะพบว่าในประเด็นที่ศึกษานั้นเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการกำหนดชนิดกระดูก ศึกษาการกำหนดตัวแปร ศึกษาวิธีการวัดตัวแปร ผ่านทางภาพถ่ายทางการแพทย์ ศึกษาจำนวนตัวแปรศึกษากลุ่มตัวอย่าง ศึกษาวิเคราะห์ด้วยสมการคณิตศาสตร์ ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลด้วย

เทคนิคเหมืองข้อมูล ซึ่งงานวิจัยเกี่ยวกับการทำนายเพศและความสูง ด้วยขนาดสัดส่วนกระดูกในเมืองไทย ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสมการสมการทางคณิตศาสตร์ผ่านโปรแกรมสำเร็จรูป งานวิจัยการทำนายความสูงและเพศด้วยขนาดสัดส่วนกระดูกด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล ยังไม่พบในเมืองไทย ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้มุ่งเน้นการทำนายความสูงและเพศด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล



ภาพที่ 20 กรอบแนวคิดใช้ในการวิจัย

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การทำนายความสูงและเพศจากขนาดของกระดูกไหปลาร้า กระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 กระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ในประชากรไทยโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

1. ทำนายความสูงและเพศจากขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล
2. ทำนายความสูงจากขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS
3. เปรียบเทียบผลการทำนายความสูงจากขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ระหว่างเทคนิคเหมืองข้อมูลกับโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

จากทฤษฎีเกี่ยวกับการวัดขนาดสัดส่วน การทำเหมืองข้อมูล สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยนี้ โดยผู้วิจัยจะใช้กระบวนการของ Data mining ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลให้ได้สารสนเทศที่ต้องการ

#### 3.1 วิธีและขั้นตอนการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาแนวคิดทฤษฎี และผลงานวิจัยทาง Forensic science, ทางกายวิภาคศาสตร์ เพื่อหาชิ้นส่วนของร่างกายที่สามารถวัดขนาดสัดส่วนที่คาดว่าจะนำไปข้อมูลที่ใช้ในการทำนาย รวมทั้งทฤษฎีและผลงานวิจัยทางเหมืองข้อมูล มาวิเคราะห์เพื่อให้ได้ข้อสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนการเตรียมการวิจัย

2.1 การเตรียมข้อมูลเกี่ยวกับภาพถ่ายทางรังสี

2.1.1 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านรังสีวิทยา ป้อนข้อมูลการตรวจทางรังสี T-L spine, CxR ในโปรแกรม PACS ที่จัดเก็บข้อมูลตั้งแต่ ปีพ.ศ. 2545 ถึงเดือนสิงหาคม 2560 เพื่อค้นหาประชากรทั้งหมด

2.1.2 ทำการสุ่มแบบเป็นระบบ (Systemic sampling) ในทั้งสองเพศและกำหนดรหัสเลข หมายเหตุระบุความเป็นบุคคล เริ่มตั้งแต่ S001 จนถึง S400 เพื่อกำหนดให้เป็นกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2.2 การเตรียมผู้ทำการทดลอง ในส่วนของเทคนิคการวัดขนาดสัดส่วนกระดูก

2.2.1 ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญทางด้านรังสีและแพทย์เฉพาะทางด้านกระดูก ในการวัด

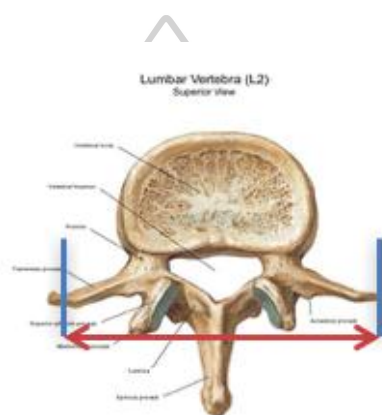


ขนาดสัดส่วนกระดูก 52 ระยะ ตามจุดอ้างอิงที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม

2.2.2 ผู้ร่วมวิจัย ทำการวัดขนาดสัดส่วนกระดูก 52 ระยะ ของชุดข้อมูลที่ทำการสุ่มมาจำนวน 10 ราย ในทั้งสองเพศภายใต้คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทางด้านรังสี

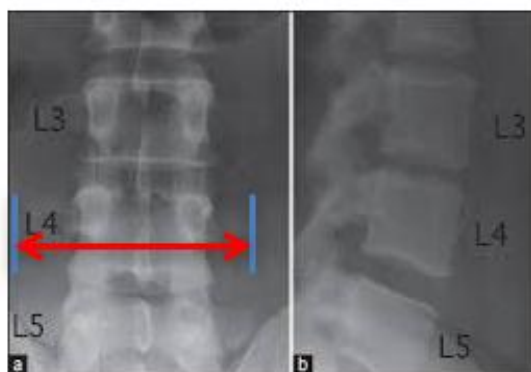
1) เทคนิคการวัดขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลัง ทำการกำหนดจุดอ้างอิงในการวัด

- ระยะห่างของ Transverse processes (Transverse processes distance :TPd) หมายถึง ระยะห่างระหว่างปุ่มกระดูกจากขอบซ้ายสุด ไปถึงปุ่มกระดูกที่ขอบขวาสุด (Hou, Cheng et al. 2012)



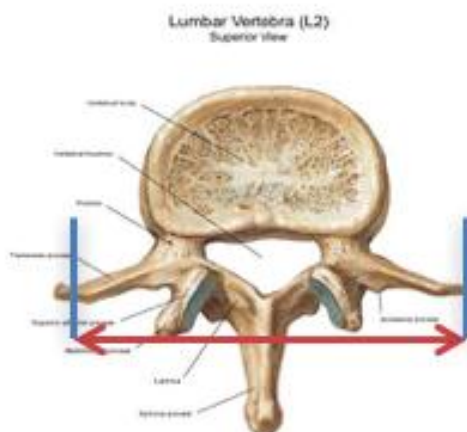
ภาพที่ 21 จุดอ้างอิงการวัดขนาดสัดส่วน TPd จากกายวิภาคศาสตร์กระดูกสันหลังระดับเอว  
ที่มา : "Lumbar Vertebra". Accessed December 4; 2017.

Available from: [www.masajivarna.com](http://www.masajivarna.com)



ภาพที่ 22 จุดอ้างอิงของการวัดขนาดสัดส่วน TPd จากภาพถ่ายทางรังสีเอกซเรย์  
ที่มา : "Case report". Accessed December 4; 2016. Available from [www.jcvjs.com](http://www.jcvjs.com)

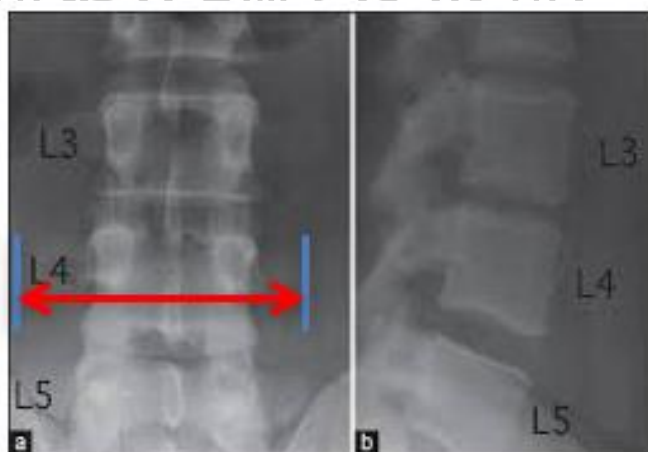
- ความกว้างของ End plate ส่วนบน (Upper End plate width : EPWu)  
หมายถึง ระยะทางระหว่างขอบด้านซ้ายสุดของแผ่นกระดูกปลายส่วนบน และขอบด้านขวาสุดของ  
แผ่นกระดูกปลายส่วนบน (Dine and Shafei 2015)



ภาพที่ 23 จุดอ้างอิงการวัดขนาดสัดส่วน EPWu จากกายวิภาคศาสตร์กระดูกสันหลังระดับบอก

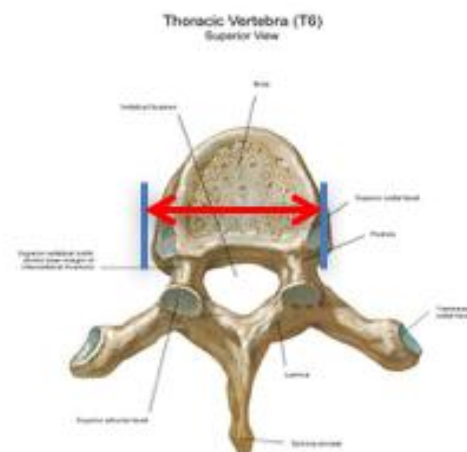
ที่มา : "Lumbar Vertebra". Accessed December 4; 2016.

Available from [www.masajivarna.com](http://www.masajivarna.com)

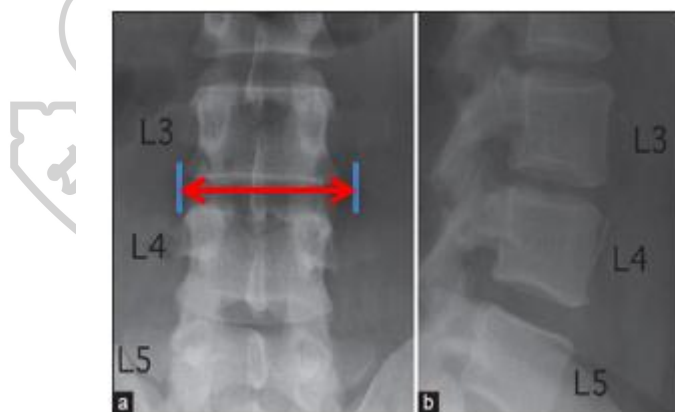


ภาพที่ 24 จุดอ้างอิงของการวัดขนาดสัดส่วน EPWu จากภาพถ่ายทางรังสีเอกซเรย์  
ที่มา : "Case report". Accessed December 4; 2016. Available from [www.jcvjs.com](http://www.jcvjs.com)

- ความกว้างของ End plate ส่วนล่าง (Lower End plate width : EPWL)  
หมายถึง ระยะทางระหว่างขอบด้านซ้ายสุดของแผ่นกระดูกปลายส่วนล่างและขอบด้านขวาสุดของ  
แผ่นกระดูกปลายส่วนล่าง (Dine and Shafei 2015)

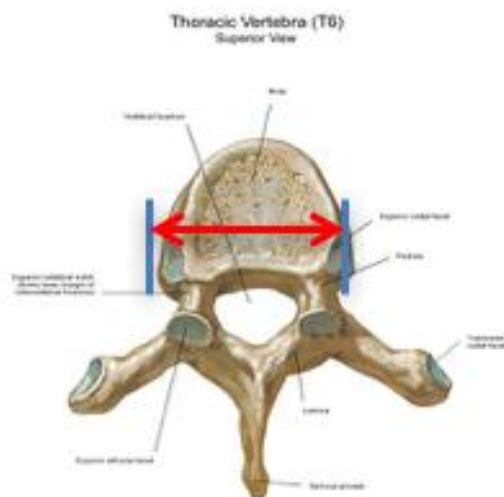


ภาพที่ 25 จุดอ้างอิงของการวัดสัดส่วน EPWL จากกายภาคศาสตร์กระดูกสันหลังระดับอก  
ที่มา : "Vertebra". Accessed December 4; 2017. Available from [www.masajivarna.com](http://www.masajivarna.com)

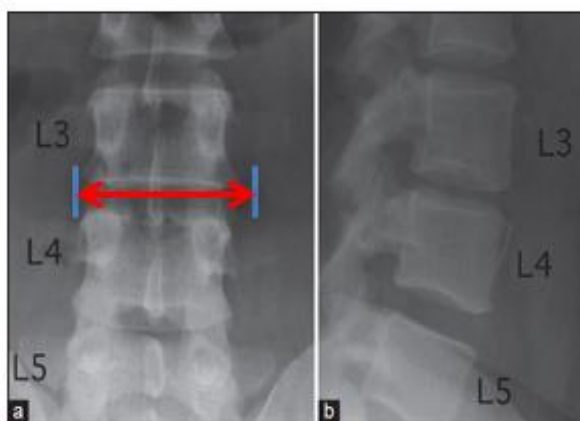


ภาพที่ 26 จุดอ้างอิงของการวัดขนาดสัดส่วน EPWL จากภาพถ่ายทางรังสีเอกซเรย์  
ที่มา : "Case report". Accessed December 4; 2016. Available from [www.jcvjs.com](http://www.jcvjs.com)

- ความสูงของ Body กระดูกสันหลังด้านหน้า (Anterior height of vertebral Body : VBHa) หมายถึง ระยะทางระหว่างขอบแผ่นกระดูกปลายส่วนบนและล่าง (ความสูงแนวตั้งของกระดูกสันหลังด้านหน้า) (Klein, Nagel et al. 2015)

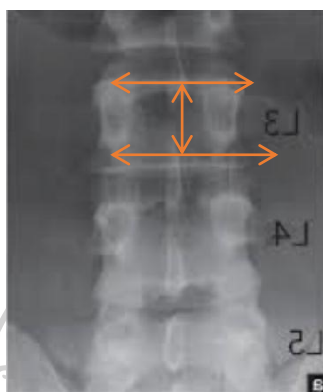


ภาพที่ 27 จุดอ้างอิงของการวัดสัดส่วน VBHa จากกายวิภาคศาสตร์กระดูกสันหลังระดับเอว  
ที่มา : "Lumbar Vertebra". Accessed December 4; 2017. Available from [www.masajivarna.com](http://www.masajivarna.com)



ภาพที่ 28 จุดอ้างอิงของการวัดขนาดสัดส่วน VBHa จากภาพถ่ายทางรังสีเอกซเรย์  
ที่มา : "Case report". Accessed December 4; 2016. Available from [www.jcvjs.com](http://www.jcvjs.com)

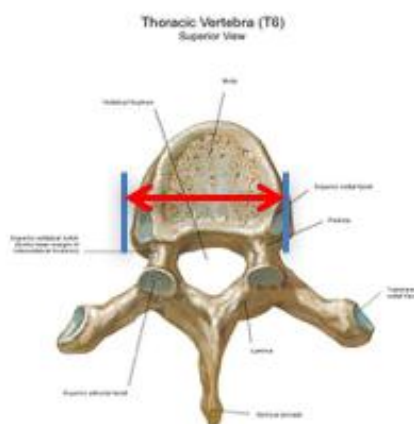
- พื้นที่ผิวมากที่สุดแนวระนาบหน้าหลังของ Body กระดูกสันหลัง (Maximum surface area-coronal plane of vertebral Body: MaxVBSa) หมายถึง พื้นที่ผิวมากที่สุดจาก  $\frac{1}{2} \times$  (ความกว้างของ End plate ส่วนบนรวมกับความกว้างของ End plate ส่วนล่าง)  $\times$  ความสูงของ Body กระดูกสันหลังด้านหน้า



ภาพที่ 29 จุดอ้างอิงของการวัดขนาดสัดส่วน MaxVBSa จากภาพถ่ายรังสีเอกซเรย์  
ที่มา : "Case report". Accessed December 4; 2016. Available from [www.jcvjs.com](http://www.jcvjs.com)

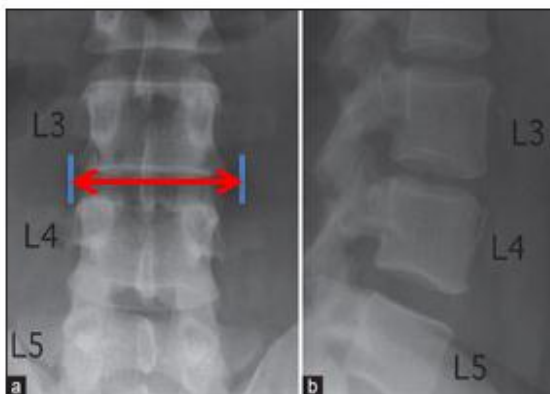
## 2) เทคนิคการวัดขนาดกระดูกไหปลาร้า ทำการกำหนดจุดอ้างอิงในการวัด

- ความยาวมากที่สุดของกระดูกไหปลาร้า (Maximum clavicular length : MAXcL) หมายถึง ระยะทางระหว่างส่วนปลายสุดของกระดูกไหปลาร้าที่ติดกับ The acromion process ถึงส่วนปลายสุดของ Sternal end of clavicle (บึงอร ฉางทรัพย์ 2514) (Papaioannou, Kranioti et al. 2012) (Sehrawat and P.K.Pathak 2016)



ภาพที่ 30 จุดอ้างอิงของการวัดขนาดสัดส่วน MAXcL จากกายวิภาคศาสตร์กระดูกไหปลาร้า  
ที่มา : "Clavicle fracture". Accessed December 4; 2016. Available from [www.orthoinfo.aaos.org](http://www.orthoinfo.aaos.org)

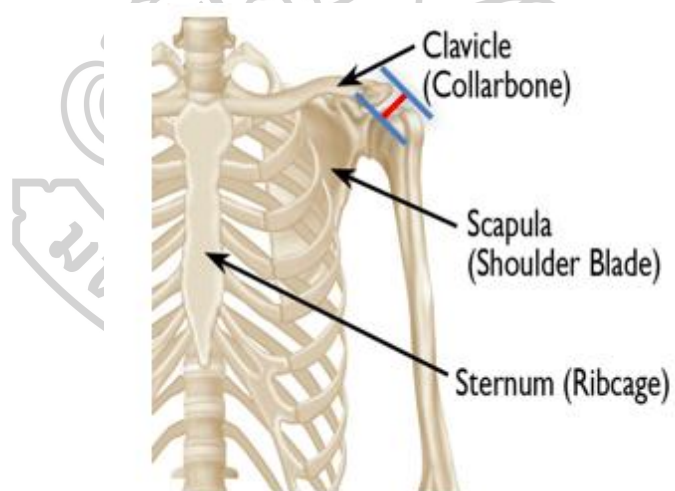




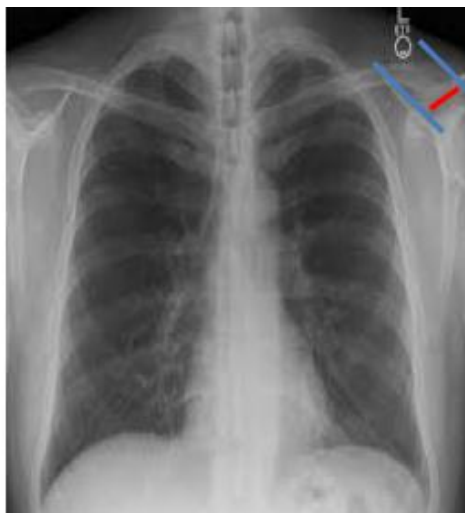
ภาพที่ 31 จุดอ้างอิงของการวัดขนาดสัดส่วน MAXcL

ที่มา : "Chest X-ray". Accessed December 4; 2016. Available from [www.simple.wikipedia.org](http://www.simple.wikipedia.org)

- ความกว้างสูงสุดของ Acromial articular (Maximum breadth of acromial articular : Max BStern) หมายถึง ระยะทางมากที่สุดของส่วนปลาย Acromial articular (บังอร ฉางทรัพย์ 2514) (Papaioannou, Kranioti et al. 2012) (Sehrawat and P.K.Pathak 2016)



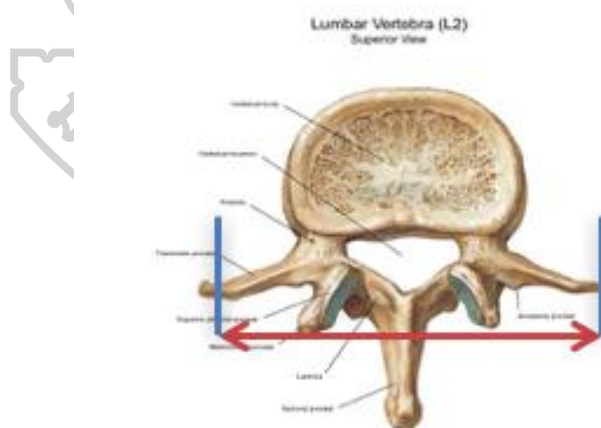
ภาพที่ 32 จุดอ้างอิงของการวัดขนาดสัดส่วน MaxBStern จากกายวิภาคศาสตร์ของกระดูกไหปลาร้า  
ที่มา : "Clavicle". Accessed December 4; 2016. Available from [www.orthoinfo.aaos.org](http://www.orthoinfo.aaos.org)



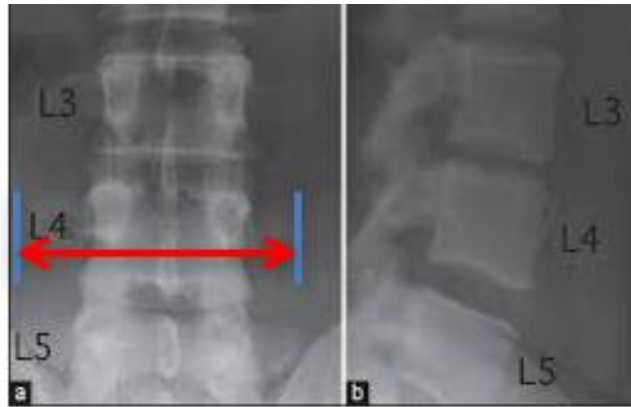
ภาพที่ 33 จุดอ้างอิงของการวัดขนาดสัดส่วน MaxBStern

ที่มา : "Chest X-ray". Accessed December 4; 2016. Available from [www.simple.wikipedia.org](http://www.simple.wikipedia.org)

- ความกว้างสูงสุดของ Sternal end (Maximum breadth of sternal end : Max BAc) หมายถึง ระยะทางมากที่สุดของส่วนปลาย (บึงอร ฉางทรัพย์ 2514) (Papaioannou, Kranioti et al. 2012) (Sehrawat and P.K.Pathak 2016)



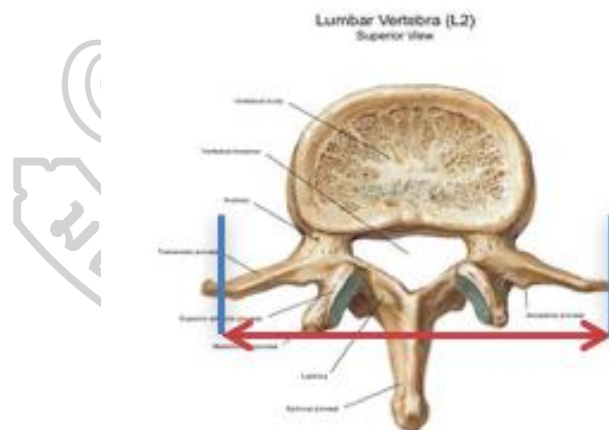
ภาพที่ 34 จุดอ้างอิงของการวัดขนาดสัดส่วน MaxBAcr จากกายวิภาคศาสตร์กระดูกไหปลาร้า  
ที่มา : "Clavicle fracture". Accessed December 4; 2016. Available from [www.orthoinfo.aaos.org](http://www.orthoinfo.aaos.org)



ภาพที่ 35 จุดอ้างอิงของการวัดขนาดสัดส่วน MaxBAcr

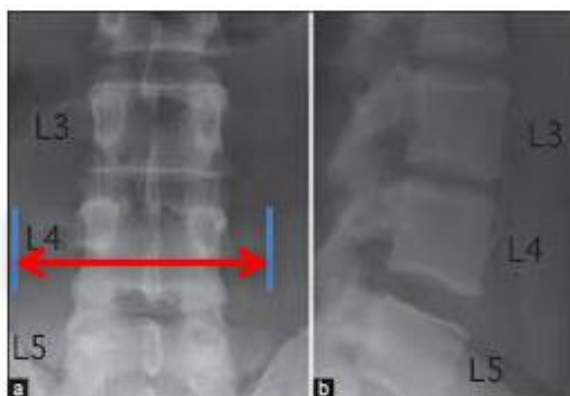
ที่มา : "Chest X-ray". Accessed December 4; 2016. Available from [www.simple.wikipedia.org](http://www.simple.wikipedia.org)

- ความกว้างสูงสุดของ Midshaft (Midshaft maximum diameter : MMd) หมายถึง ระยะทางมากที่สุดตรงกลางก้านกระดูกไหปลาร้า (บังอร ฉางทรัพย์ 2514) (Papaioannou, Kranioti et al. 2012)



ภาพที่ 36 จุดอ้างอิงของการวัดขนาดสัดส่วน MMd จากกายวิภาคศาสตร์กระดูกไหปลาร้า

ที่มา : "Clavicle fracture". Accessed December 4; 2017. Available from [www.orthoinfo.aaos.org](http://www.orthoinfo.aaos.org)



ภาพที่ 37 จุดอ้างอิงของการวัดขนาดสัดส่วน MMD

ที่มา : "Chest X-ray". Accessed December 4; 2016. Available from [www.simple.wikipedia.org](http://www.simple.wikipedia.org)

### ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนการทดลอง

#### 3.1 การสำรวจข้อมูล

3.1.1 ตรวจสอบภาพถ่ายทางรังสีของประชากรทั้งหมด ให้ตรงตามขอบเขตการวิจัย ด้านประชากร ทั้งเชื้อชาติ เพศ อายุ และไม่พบความผิดปกติของกระดูก

#### 3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.1 ผู้ช่วยวิจัย ทำการวัดขนาดสัดส่วนกระดูก 41 ระยะ ตามจุดอ้างอิง จำนวนทั้งสิ้น 400 ราย (เพศชาย 200 ราย, เพศหญิง 200 ราย) และบันทึกลง Excel เพื่อสะดวกต่อการแก้ไขข้อมูลและตรวจสอบข้อมูล

3.2.2 ผู้ช่วยวิจัย ทำการสืบค้นข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เพศ ความสูง อาชีพ ลักษณะงานในระบบ EMR soft บันทึกลงใน Excel

#### 1) แบ่งข้อมูลเพศ ดังนี้

ตารางที่ 6 การแบ่งข้อมูลเพศ

No.	Sex
1	Male
2	Female

#### 3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย Software data mining

3.3.1 ใช้กระบวนการมาตรฐานในการทำ Data mining (Cross-Industry standard process for data mining)

## 1) Business understanding

- ต้องการจำแนกเพศ จากขนาดกระดูกไหปลาร้า กระดูกสันหลังระดับอก และกระดูกสันหลังระดับเอว
- ต้องการประมาณค่าความสูง จากขนาดกระดูกไหปลาร้า กระดูกสันหลังระดับอกและกระดูกสันหลังระดับเอว

## 2) Data understanding

- ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 400 ราย
- กลุ่มตัวอย่างแต่ละราย มีจำนวน Attribute ทั้งหมด 41 Attribute

ตารางที่ 7 รายละเอียดของแต่ละ Attribute

Attribute	ประเภท	ความหมาย
Sex	Integer	เพศของตัวอย่างการวิจัย
Stature	Integer	ความสูงของกลุ่มตัวอย่าง
EPWu_T6	Numeric	ความกว้างของ End plate ส่วนบนของกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6
EPWL_T6	Numeric	ความกว้างของ End plate ส่วนล่างของกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6
VBHa_T6	Numeric	ความสูงด้านหน้าของ Body กระดูกสันหลังระดับอกที่ 6
MaxVBsa_T6	Numeric	พื้นที่ผิวมากที่สุดแนวระนาบหน้าหลังของ Body กระดูกสันหลังระดับอกที่ 6
EPWu_T7	Numeric	ความกว้างของ End plate ส่วนบนของกระดูกสันหลังระดับอกที่ 7
EPWL_T7	Numeric	ความกว้างของ End plate ส่วนล่างของกระดูกสันหลังระดับอกที่ 7
VBHa_T7	Numeric	ความสูงด้านหน้าของ Body กระดูกสันหลังระดับอกที่ 7
MaxVBsa_T7	Numeric	พื้นที่ผิวมากที่สุดแนวระนาบหน้าหลังของ Body กระดูกสันหลังระดับอกที่ 7
EPWu_T8	Numeric	ความกว้างของ End plate ส่วนบนของกระดูกสันหลังระดับอกที่ 8
EPWL_T8	Numeric	ความกว้างของ End plate ส่วนล่างของกระดูกสันหลังระดับอกที่ 8
VBHa_T8	Numeric	ความสูงด้านหน้าของ Body กระดูกสันหลังระดับอกที่ 8
MaxVBsa_T8	Numeric	พื้นที่ผิวมากที่สุดแนวระนาบหน้าหลังของ Body กระดูกสันหลังระดับอกที่ 8
EPWu_T9	Numeric	ความกว้างของ End plate ส่วนบนของกระดูกสันหลังระดับอกที่ 9
EPWL_T9	Numeric	ความกว้างของ End plate ส่วนล่างของกระดูกสันหลังระดับอกที่ 9
VBHa_T9	Numeric	ความสูงด้านหน้าของ Body กระดูกสันหลังระดับอกที่ 9
MaxVBsa_T9	Numeric	พื้นที่ผิวมากที่สุดแนวระนาบหน้าหลังของ Body กระดูกสันหลังระดับอกที่ 9
EPWu_T10	Numeric	ความกว้างของ End plate ส่วนบนของกระดูกสันหลังระดับอกที่ 10
EPWL_T10	Numeric	ความกว้างของ End plate ส่วนล่างของกระดูกสันหลังระดับอกที่ 10
VBHa_T10	Numeric	ความสูงด้านหน้าของ Body กระดูกสันหลังระดับอกที่ 10
MaxVBsa_T10	Numeric	พื้นที่ผิวมากที่สุดแนวระนาบหน้าหลังของ Body กระดูกสันหลังระดับอกที่ 10



ตารางที่ 7 รายละเอียดของแต่ละ Attribute (ต่อ)

Attribute	ประเภท	ความหมาย
EPWu_T11	Numeric	ความกว้างของ End plate ส่วนบนของกระดูกสันหลังระดับอกที่ 11
EPWL_T11	Numeric	ความกว้างของ End plate ส่วนล่างของกระดูกสันหลังระดับอกที่ 11
VBHa_T11	Numeric	ความสูงด้านหน้าของ Body กระดูกสันหลังระดับอกที่ 11
MaxVBsa_T11	Numeric	พื้นที่ผิวมากที่สุดแนวระนาบหน้าหลังของ Body กระดูกสันหลังระดับอกที่ 11
EPWu_T12	Numeric	ความกว้างของ End plate ส่วนบนของกระดูกสันหลังระดับอกที่ 12
EPWL_T12	Numeric	ความกว้างของ End plate ส่วนล่างของกระดูกสันหลังระดับอกที่ 12
VBHa_T12	Numeric	ความสูงด้านหน้าของ Body กระดูกสันหลังระดับอกที่ 12
MaxVBsa_T12	Numeric	พื้นที่ผิวมากที่สุดแนวระนาบหน้าหลังของ Body กระดูกสันหลังระดับอกที่ 12
EPWu_L1	Numeric	ความกว้างของ End plate ส่วนบนของกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1
EPWL_L1	Numeric	ความกว้างของ End plate ส่วนล่างของกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1
VBHa_L1	Numeric	ความสูงด้านหน้าของ Body กระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1
MaxVBsa_L1	Numeric	พื้นที่ผิวมากที่สุดแนวระนาบหน้าหลังของ Body กระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1
TPd_L1	Numeric	ระยะห่างของ Transverse processes ของกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1
EPWu_L2	Numeric	ความกว้างของ End plate ส่วนบนของกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 2
EPWL_L2	Numeric	ความกว้างของ End plate ส่วนล่างของกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 2
VBHa_L2	Numeric	ความสูงด้านหน้าของ Body กระดูกสันหลังระดับเอวที่ 2
MaxVBsa_L2	Numeric	พื้นที่ผิวมากที่สุดแนวระนาบหน้าหลังของ Body กระดูกสันหลังระดับเอวที่ 2
TPd_L2	Numeric	ระยะห่างของ Transverse processes ของกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 2
EPWu_L3	Numeric	ความกว้างของ End plate ส่วนบนของกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 3
EPWL_L3	Numeric	ความกว้างของ End plate ส่วนล่างของกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 3
VBHa_L3	Numeric	ความสูงด้านหน้าของ Body กระดูกสันหลังระดับเอวที่ 3
MaxVBsa_L3	Numeric	พื้นที่ผิวมากที่สุดแนวระนาบหน้าหลังของ Body กระดูกสันหลังระดับเอวที่ 3
TPd_L3	Numeric	ระยะห่างของ Transverse processes ของกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 3
EPWu_L4	Numeric	ความกว้างของ End plate ส่วนบนของกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 4
EPWL_L4	Numeric	ความกว้างของ End plate ส่วนล่างของกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 4
VBHa_L4	Numeric	ความสูงด้านหน้าของ Body กระดูกสันหลังระดับเอวที่ 4
MaxVBsa_L4	Numeric	พื้นที่ผิวมากที่สุดแนวระนาบหน้าหลังของ Body กระดูกสันหลังระดับเอวที่ 4
TPd_L4	Numeric	ระยะห่างของ Transverse processes ของกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 4
Max_cL	Numeric	ความยาวมากที่สุดของกระดูกไหปลาร้า
Max_BStern	Numeric	ความกว้างสูงสุดของ Acromial articular
Max_BAcr	Numeric	ความกว้างสูงสุดของ Sternal end
MMd	Numeric	ความกว้างสูงสุดของ Midshaft

### 3) Data preparation

- Data selection เป้าหมายต้องการวิเคราะห์การจำแนกข้อมูลทางเพศ จึงเลือกใช้ Attribute ได้แก่ Sex, EPWu\_T6-L4, EPWL\_T6-L4, VBHa\_T6-L4, MaxVBsa\_T6-L4, TPd\_L1-4, Max\_cL, MaxBStern, Max\_BAcr, MMd

- Data selection เป้าหมายต้องการวิเคราะห์การประมาณค่าข้อมูลทางความสูง จึงเลือกใช้ Attribute ได้แก่ Stature, EPWu\_T6-L4, EPWL\_T6-L4, VBHa\_T6-L4, MaxVBsa\_T6-L4, TPd\_L1-4, Max\_cL, MaxBStern, Max\_BAcr, MMd

- Data cleaning พบข้อมูลผิดปกติรูปแบบ ได้แก่ ระยะเวลาได้หลักพัน เนื่องจากขาดจุดทศนิยม หรือแก้ไขข้อมูลที่ผิดพลาด

### 4) Modeling

- จำแนกข้อมูลทางเพศ (Classification) จึงเลือกใช้เทคนิค ได้แก่ Decision tree, SVM, Logistic regression เพื่อสร้างโมเดล

- ประมาณค่าข้อมูลทางความสูง (Regression) จึงเลือกใช้เทคนิค ได้แก่ Decision tree, Linear regression

- การเลือกแอตทริบิวต์ Forward selection เป็นการเลือก Attribute ที่เกี่ยวข้อง และมีประสิทธิภาพมากที่สุดของชุดตัวอย่าง เริ่มทำงานโดยมีตัวแปรหรือชุด Attribute ที่ละชุดอยู่ในโมเดล ในการ Run แต่ละรอบจะเอา Attribute ที่เหลืออยู่เข้าที่ละ Attribute จนได้ Attribute ที่ให้ผลลัพธ์เพิ่มขึ้นน้อยมาก ถือว่าเป็น Attribute ท้ายสุดที่ได้จากการคัดเลือกในเทคนิค Logistic regression และ Linear regression

5) Evaluation การทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล ด้วยวิธีการ 10-fold cross-validation

- ตัววัดประสิทธิภาพของโมเดล Classification ได้แก่ Confusion matrix, Precision and recall, F-Measure, Accuracy, ROC Graph & Area Under Curve (AUC)

ผู้วิจัยเลือกใช้สถิติในการทดสอบค่าความแม่นยำของเทคนิค (อัลกอริธึม) และทดสอบความถูกต้อง ความน่าเชื่อถือของโมเดล โดยใช้การประเมินค่าความแม่นยำ Confusion matrix

Confusion matrix คือการประเมินผลลัพธ์การทำนาย (หรือผลลัพธ์จากโปรแกรม) เปรียบเทียบกับผลลัพธ์จริง

ตารางที่ 8 แสดง Confusion matrix

Actual class	Predicted class	
	Class = Yes	Class = No
Class = Yes	TP	FP
Class = No	FN	TN

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

TP (True positive) หมายถึง จำนวนที่ทำนายตรงกับข้อมูลจริงใน Class ที่กำลังพิจารณา

TN (True negative) หมายถึง จำนวนที่ทำนายตรงกับข้อมูลจริงใน Class ที่ไม่ได้กำลังพิจารณา

FP (False positive) หมายถึง จำนวนที่ทำนายผิดเป็น Class ที่กำลังพิจารณา

FN (False negative) หมายถึง จำนวนที่ทำนายผิดเป็น Class ที่ไม่ได้กำลังพิจารณา

แสดงเป็นสมการได้ดังนี้

Sentivity หรือ Recall คือ ค่าที่บอกว่าโปรแกรมทำนายได้ว่าจริง เป็นอัตราส่วนเท่าไร ของจริงทั้งหมด คำนวณได้จากสมการ

$$\frac{\text{True Positive}}{\text{True Positive} + \text{False Negative}} \quad (1)$$

Precision คือค่าบอกว่าโปรแกรมทำนายได้จริง ถูกต้องเท่าไร คำนวณได้จากสมการ

$$\frac{\text{True Positive}}{\text{True Positive} + \text{False positive}} \quad (2)$$

F – Measure คือ ค่าเฉลี่ยของ Precision กับ Recall คำนวณได้จากสมการ

$$\frac{2 \times \text{Precision} \times \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}} \quad (3)$$

Accuracy คือ จำนวนข้อมูลที่ทำนายถูกทุก Class คำนวณได้จากสมการ

$$\frac{\text{True Positive} + \text{True Negative}}{\text{True Positive} + \text{True Negative} + \text{False Positive} + \text{False Negative}} \quad (4)$$

Receiver Operating Characteristics (ROC) Graph คือ กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ทำนายถูก (แกน Y) และทำนายผิด (แกน X) ROC มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่า จะมีประสิทธิภาพดี เนื่องจากมี True positive จำนวนมาก



ภาพที่ 38 แสดง ROC Graph

ที่มา : "ตัววัดประสิทธิภาพของโมเดล Classification – Data mining Tread". Accessed June 30, 2010. Available from [http://dataminingtrend.com/2014/classifier\\_evaluation\\_metrics/](http://dataminingtrend.com/2014/classifier_evaluation_metrics/)

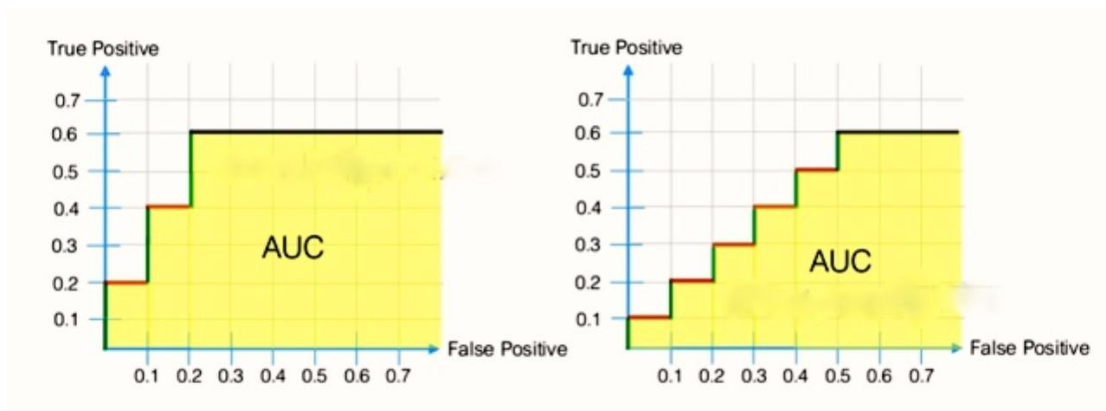
Area Under Curve (AUC) คือ พื้นที่ใต้กราฟ แสดงค่า ROC มีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1 ยิ่งเข้าใกล้ 1 แปลว่า โมเดลในภาพรวมสามารถทำนาย Y ได้ดีมาก โดยการแปรผล

AUC = 0.50 หมายถึง ผลใกล้เคียงกับการเดาสุ่ม

AUC > 0.70 หมายถึง เป็นเกณฑ์มาตรฐานสำหรับโมเดลส่วนใหญ่

AUC > 0.80 หมายถึง โมเดลทำงานได้ดี

AUC > 0.90 หมายถึง โมเดลทำงานได้ดีมาก



ภาพที่ 39 พื้นที่ใต้กราฟ ROC

ที่มา ตั้ววัดประสิทธิภาพของโมเดล Classification – Data mining. Accessed June 30; 2010.

Available from [http://dataminingtrend.com/2014/classifier\\_evaluation\\_metrics/](http://dataminingtrend.com/2014/classifier_evaluation_metrics/)

- ตั้ววัดประสิทธิภาพของ Regression ได้แก่ Root mean square error (RMSE), Square Correlation ( $R^2$ )

ผู้วิจัยเลือกใช้สถิติในการทดสอบค่าความแม่นยำของเทคนิค (อัลกอริธึม) และทดสอบความถูกต้อง ความน่าเชื่อถือของโมเดล โดยการใช้การประเมินค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสองแสดงเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{RMSE (Root Mean Square Error)} = \sqrt{\frac{\sum(\text{predicted value} - \text{actual value})^2}{\text{number of examples}}}$$

ค่ายิ่งเข้าใกล้ 0 หมายถึง จะมีค่าความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

และค่า  $R^2$  คือ ความแปรปรวนที่โมเดลอธิบายได้เป็นสัดส่วนจากความแปรปรวนทั้งหมดของข้อมูลชุดนั้น

$$\text{Square correlation} = 1 - \left( \frac{\sum(y - \hat{y})^2}{\sum(y - \bar{y})^2} \right)$$

ค่าระหว่าง 0 – 1 ยิ่งเข้าใกล้ 1 แปลว่า โมเดลทำนายผลได้ดีมาก

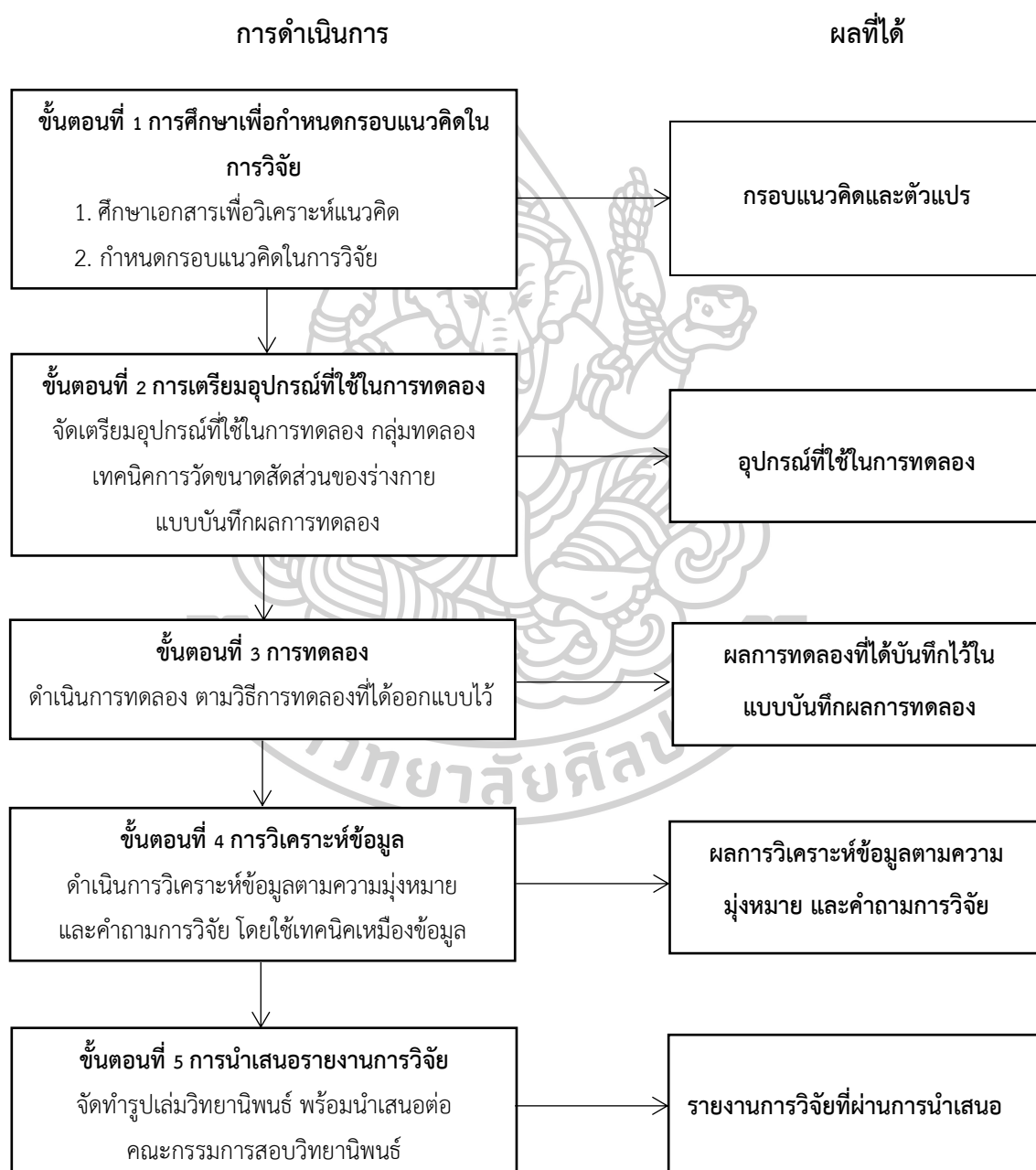
## 6) Deployment

- จำแนกข้อมูลทางเพศได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง ที่เป็นเพศชายและเพศหญิง ตรงกับข้อมูลเพศที่แท้จริง

- ประมาณค่าข้อมูลทางความสูงได้ จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่มีความสูงตรงกับข้อมูลความสูงที่แท้จริง

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ด้วยสมการถดถอย Linear regression

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นตอนการนำเสนอรายงานการวิจัย



ภาพที่ 40 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย



## บทที่ 4

### ผลการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental design) เพื่อศึกษาการจำแนกข้อมูลทางเพศ และการประมาณค่าข้อมูลทางความสูง โดยมีตัวแปรในการทดสอบ 52 ตัวแปรคือ 1) ขนาดสัดส่วนความกว้าง ของ End plate ส่วนบนของกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 กระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 2) ขนาดสัดส่วนความกว้างของ End plate ส่วนล่างของกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 กระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 3) ขนาดสัดส่วนความสูงของ Body กระดูกสันหลังด้านหน้าของกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 กระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 4) ขนาดสัดส่วนระยะห่างของ Transverse process ของกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 5) ขนาดพื้นที่ผิวมากที่สุด แนวระนาบด้านหน้าของ Body กระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 กระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 6) ขนาดสัดส่วนความกว้างมากที่สุดของ Sternal end ความกว้างมากที่สุดของ Acromial articular เส้นผ่าศูนย์กลางมากที่สุดของ Midshaft ความยาวมากที่สุดของกระดูกไหปลาร้า แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิค Data mining จาก Software Rapid Miner Studio เปรียบเทียบกับการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของตัวแปร ได้แก่ 1) ขนาดสัดส่วนความกว้างของ End plate ส่วนบนของกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 กระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 2) ขนาดสัดส่วนความกว้างของ End plate ส่วนล่างของกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 กระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 3) ขนาดสัดส่วนความสูงของ Body กระดูกสันหลังด้านหน้าของกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 กระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 4) ขนาดสัดส่วนระยะห่างของ Transverse process ของกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 5) ขนาดพื้นที่ผิวมากที่สุดแนวระนาบด้าน หน้าของ Body กระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 กระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 6) ขนาดสัดส่วนความกว้างมากที่สุดของ Sternal end ความกว้างมากที่สุดของ Acromial articular เส้นผ่าศูนย์กลางมากที่สุดของ Midshaft ความยาวมากที่สุดของกระดูกไหปลาร้า ในรูปของสถิติเชิงพรรณนา

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจำแนกข้อมูลทางเพศ จากขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า โดยเทคนิคเหมือนข้อมูล ได้แก่เทคนิค Decision tree, Supportive vector machine, Logistic regression ที่ผ่านการคัดเลือก Attribute

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประมาณค่าข้อมูลทางความสูงจากขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า โดยเทคนิคเหมืองข้อมูล ได้แก่เทคนิค Decision tree, Linear regression ที่ผ่านการคัดเลือก Attribute เพื่อตอบวัตถุประสงค์วิจัยดังนี้

วัตถุประสงค์ที่ 1 ทำนายความสูงและเพศจากขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประมาณค่าข้อมูลทางความสูงจากขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า โดยสมการ Linear regression ที่ผ่านการคัดเลือก Attribute เพื่อตอบวัตถุประสงค์วิจัยดังนี้

วัตถุประสงค์ที่ 2 ทำนายความสูงจากขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลการประมาณค่าข้อมูลทางความสูงระหว่างโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Linear regression กับสมการถดถอยทางคณิตศาสตร์ที่วิเคราะห์จากโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อตอบวัตถุประสงค์วิจัยดังนี้

วัตถุประสงค์ที่ 3 เปรียบเทียบผลการทำนายความสูงจากขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ระหว่างเทคนิคเหมืองข้อมูลกับโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS



#### 4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของตัวแปรประเภท ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า ด้วย Software RapidMiner Studio

ตารางที่ 9 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบน ของขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนระดับเอวที่ 1-4 ขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้าของเพศชาย

Attribute	Male				
	Min	Max	$\bar{x}$	SD	
T6	EPWu	22.710	31.440	27.985	1.418
	EPWL	25.900	33.760	30.384	1.313
	VBHa	15.120	24.300	19.809	1.622
	VBSa	423.770	867.410	585.063	71.949
T7	EPWu	23.780	32.870	29.281	1.461
	EPWL	26.600	37.370	32.290	1.550
	VBHa	16.660	28.380	20.959	1.744
	VBSa	419.660	995.770	652.009	85.119
T8	EPWu	25.480	34.390	30.691	1.201
	EPWL	23.500	40.920	34.276	1.604
	VBHa	17.690	29.540	21.844	1.700
	VBSa	477.450	1103.320	720.216	87.808
T9	EPWu	28.680	39.520	33.094	1.189
	EPWL	31.280	43.340	36.596	1.448
	VBHa	18.300	28.960	23.432	2.091
	VBSa	548.630	1164.040	818.576	93.538
T10	EPWu	30.340	40.070	35.007	1.139
	EPWL	33.690	45.200	38.607	1.485
	VBHa	19.820	30.120	24.330	2.125
	VBSa	634.530	1244.250	896.990	98.233
T11	EPWu	33.150	43.770	37.481	1.326
	EPWL	35.150	50.550	40.666	1.643
	VBHa	20.680	31.280	25.389	2.079
	VBSa	90.280	1473.910	988.850	125.489
T12	EPWu	35.690	46.660	39.519	1.502
	EPWL	37.450	53.420	42.706	1.826
	VBHa	21.260	33.020	26.440	2.116
	VBSa	111.710	1652.320	1083.301	130.562

ตารางที่ 9 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบน ของขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนระดับเอวที่ 1-4 ขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้าของเพศชาย (ต่อ)

	Attribute	Male			
		Min	Max	$\bar{x}$	SD
L1	EPWu	37.390	52.660	41.567	1.692
	EPWL	39.170	56.380	44.802	1.791
	VBHa	22.980	34.170	28.502	2.977
	TPd	62.070	98.660	76.906	6.859
	VBSa	111.620	1862.940	1229.014	167.938
L2	EPWu	39.050	53.350	43.383	1.792
	EPWL	42.120	61.720	47.817	2.087
	VBHa	23.810	34.830	29.506	2.952
	TPd	67.970	105.670	85.472	5.892
	VBSa	976.800	1940.090	1344.174	150.594
L3	EPWu	40.740	57.790	46.284	1.707
	EPWL	43.280	63.700	50.471	2.338
	VBHa	24.260	34.750	30.081	2.515
	TPd	74.070	112.110	92.424	6.565
	VBSa	1034.560	2014.970	1457.240	158.810
L4	EPWu	36.430	62.060	49.344	2.235
	EPWL	44.020	66.670	52.980	2.806
	VBHa	23.910	35.970	31.001	2.584
	TPd	78.100	117.150	95.743	6.601
	VBSa	1016.960	2039.510	1584.281	190.544
Clavicle	MaxCL	130.490	167.160	152.256	7.078
	MaxBStem	16.300	28.920	23.993	2.033
	MaxBAcr	16.090	27.920	22.851	2.174
	MMd	8	14.960	10.991	0.890

จากตารางที่ 9 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้าสำหรับเพศชาย พบว่า ขนาดสัดส่วนกระดูก MMd มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 8 มิลลิเมตร ขนาดพื้นที่ผิวมากที่สุดของ MaxVBSa\_L4 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 2039.510 ตารางมิลลิเมตร ขนาดพื้นที่ผิวมากที่สุดของ MaxVBSa\_L4 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 1584.281 ตารางมิลลิเมตร ขนาดพื้นที่ผิวมากที่สุดของ MaxVBSa\_L4 มีค่าเบี่ยงเบนเท่ากับ 190.544 ตารางมิลลิเมตร

ตารางที่ 10 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบน ของขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า สำหรับเพศหญิง

	Attribute	Female			
		Min	Max	$\bar{x}$	SD
T6	EPWu	21.850	29.960	25.659	1.634
	EPWL	25.000	31.850	28.467	1.384
	VBHa	15.110	24.050	17.782	1.342
	VBSa	358.180	741.630	492.207	63.774
T7	EPWu	23.240	30.950	26.868	1.720
	EPWL	26.120	35.970	29.893	1.775
	VBHa	16.120	24.920	18.874	1.489
	VBSa	400.660	785.850	543.652	71.264
T8	EPWu	24.150	33.200	28.725	1.565
	EPWL	27.280	35.970	31.881	1.717
	VBHa	17.210	25.070	19.786	1.344
	VBSa	457.210	970.630	619.355	78.445
T9	EPWu	26.290	34.270	31.341	1.412
	EPWL	29.180	37.980	34.487	1.621
	VBHa	18.230	25.920	20.879	1.513
	VBSa	331.950	921.450	687.390	79.590
T10	EPWu	29.290	35.930	33.374	1.415
	EPWL	31.220	39.930	36.479	1.543
	VBHa	19.020	26.960	21.728	1.501
	VBSa	373.780	1024.830	761.018	84.716
T11	EPWu	31.310	38.990	36.109	1.541
	EPWL	34.520	43.140	38.507	1.533
	VBHa	20.020	27.970	22.760	1.568
	VBSa	668.650	1154.420	852.373	86.432
T12	EPWu	34.460	41.270	38.166	1.479
	EPWL	36.380	46.960	40.541	1.607
	VBHa	21.080	28.740	23.799	1.492
	VBSa	696.310	1196.570	936.928	85.475
L1	EPWu	36.580	44.460	40.191	1.504
	EPWL	38.770	49.960	40.442	1.910
	VBHa	22.050	34.430	25.069	2.113
	TPd	54.870	98.660	74.793	7.040
	VBSa	111.620	1862.940	1135.272	171.137

ตารางที่ 10 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบน ของขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า สำหรับเพศหญิง (ต่อ)

Attribute	Female				
	Min	Max	$\bar{x}$	SD	
L2	EPWu	39.050	53.350	42.822	1.743
	EPWL	41	61.720	46.673	2.329
	VBHa	22.140	34.830	27.807	3.093
	TPd	63.050	105.670	83.452	6.526
	VBSa	1016.960	2039.510	1473.817	203.672
L3	EPWu	40.050	49.070	47.983	2.551
	EPWL	41.560	63.700	49.057	2.685
	VBHa	23.350	34.750	28.582	2.683
	TPd	65.640	112.110	89.913	7.007
	VBSa	1024.010	2014.970	1353.745	176.538
L4	EPWu	42.630	53.680	47.983	2.551
	EPWL	43.360	66.670	51.434	3.058
	VBHa	21.530	35.970	29.463	2.786
	TPd	73.390	117.150	93.265	7.069
	VBSa	1016.960	2039.510	1473.817	203.672
Clavicle	MaxcL	121.530	167.160	147.983	8.271
	MaxBStem	15.070	28.980	22.444	2.650
	MaxBAcr	15.060	27.920	21.421	2.633
	MMd	8	14.960	10.364	1.056

จากตารางที่ 10 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้าสำหรับเพศหญิง พบว่า ขนาดสัดส่วนกระดูก MMd มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 8 มิลลิเมตร ขนาดพื้นที่ผิวมากที่สุดของ MaxVBSa\_L4 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 2039.510 ตารางมิลลิเมตร ขนาดพื้นที่ผิวมากที่สุดของ MaxVBSa\_L4 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 1473.817 ตารางมิลลิเมตร ขนาดพื้นที่ผิวมากที่สุดของ MaxVBSa\_L4 มีค่าเบี่ยงเบนเท่ากับ 203.672 มิลลิเมตร



ตารางที่ 11 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบน ของขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้าของทั้งสองเพศ

		Whole			
		Min	Max	$\bar{x}$	SD
T6	EPWu	21.850	31.400	26.822	1.921
	EPWL	25.000	33.760	29.425	1.654
	VBHa	15.110	24.300	18.795	1.800
	VBSa	358.180	867.410	538.926	82.185
T7	EPWu	23.240	32.870	28.074	2.000
	EPWL	26.120	37.370	31.091	2.052
	VBHa	16.120	28.380	19.917	1.927
	VBSa	400.660	995.770	598.544	95.041
T8	EPWu	24.150	34.390	29.708	1.706
	EPWL	27.280	40.920	33.079	2.047
	VBHa	17.210	29.540	20.815	1.845
	VBSa	457.210	1103.320	670.408	96.941
T9	EPWu	26.290	39.520	32.217	1.571
	EPWL	29.180	43.340	35.542	1.863
	VBHa	18.230	28.960	22.155	2.226
	VBSa	331.950	1164.040	752.983	108.795
T10	EPWu	29.290	40.070	34.191	1.521
	EPWL	31.220	45.200	37.543	1.850
	VBHa	19.020	30.120	23.029	2.252
	VBSa	373.780	1244.250	829.004	114.131
T11	EPWu	31.310	43.770	36.795	1.592
	EPWL	34.520	50.550	39.587	1.920
	VBHa	20.220	31.280	240.74	2.262
	VBSa	90.280	1473.910	920.783	127.509
T12	EPWu	34.460	46.660	38.842	1.636
	EPWL	36.380	53.420	41.623	2.031
	VBHa	21.080	33.020	25.120	2.256
	VBSa	111.710	1652.320	1010.115	132.346
	EPWL	38.770	56.380	43.803	2.102

ตารางที่ 11 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบน ของขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้าของทั้งสองเพศ (ต่อ)

		Whole			
		Min	Max	$\bar{x}$	SD
L1	EPWu	36.580	52.660	40.879	1.741
	EPWL	38.770	56.380	43.803	2.102
	VBHa	22.050	34.430	26.786	3.099
	TPd	54.870	98.660	74.793	7.040
	VBSa	111.620	1862.940	1135.272	171.137
L2	EPWu	39.050	53.350	42.822	1.743
	EPWL	41	61.720	46.673	2.329
	VBHa	22.140	34.830	27.807	3.093
	TPd	63.050	105.670	83.452	6.526
	VBSa	573.910	1940.090	1245.036	172.604
L3	EPWu	40.050	57.790	45.402	1.931
	EPWL	41.560	63.700	49.057	2.685
	VBHa	23.350	34.750	28.582	2.683
	TPd	65.640	112.110	89.913	7.007
	VBSa	1024.010	2014.970	1353.745	176.538
L4	EPWu	36.430	62.060	47.983	2.551
	EPWL	43.360	66.670	51.434	3.058
	VBHa	21.530	35.970	29.463	2.786
	TPd	73.390	117.150	93.265	7.069
	VBSa	1016.960	2039.510	1473.817	203.672
Clavicle	MaxcL	121.530	167.160	147.983	8.271
	MaxBStem	15.070	28.980	22.444	2.650
	MaxBAcr	15.060	27.920	21.421	2.633
	MMd	8	14.960	10.364	1.056

จากตารางที่ 11 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้าสำหรับทั้งสองเพศ พบว่า ขนาดสัดส่วนกระดูก MMd มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 8 มิลลิเมตร ขนาดพื้นที่ผิวมากที่สุดของ MaxVBSa\_L4 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 2039.510 ขนาดพื้นที่ผิวมากที่สุดของ MaxVBSa\_L4 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 1473.817 ขนาดพื้นที่ผิวมากที่สุดของ MaxVBSa\_L4 มีค่าเบี่ยงเบนเท่ากับ 203.672

จากการเปรียบเทียบขนาดกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6- 12 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้าของเพศชาย เพศหญิง และทั้งสองเพศ พบว่าขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า กระดูกสันหลังระดับอกที่ 1-6 และกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ของเพศชายจะมีค่า Min, Max,  $\bar{X}$ , SD มากกว่าเพศหญิง



4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจำแนกข้อมูลทางเพศ จากขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า โดยเทคนิคเหมืองข้อมูล ได้แก่เทคนิค Decision tree, Supportive vector machine, Logistic Regression ที่ผ่านการคัดเลือก Attribute

โมเดลการจำแนกข้อมูลทางเพศที่สร้างจากเทคนิค Decision tree

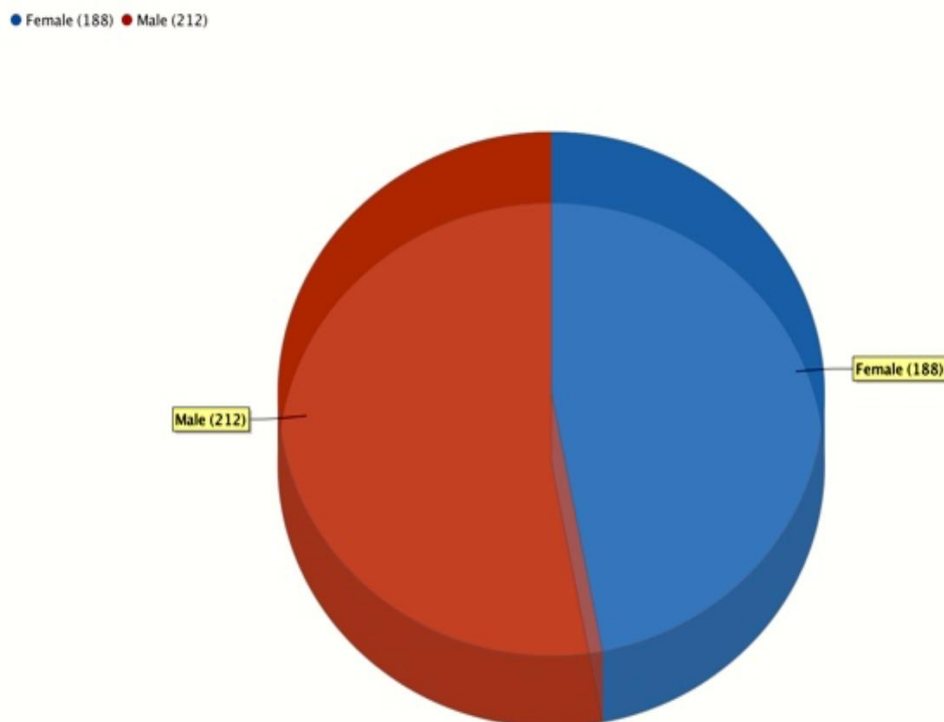
ซึ่งโมเดลการจำแนกข้อมูลทางเพศที่สร้างจากเทคนิค Decision tree ประกอบไปด้วย Regular attribute ได้แก่ MaxVBSa\_T11, MMd, TPd\_L4 ที่มีตัวจำแนกข้อมูลทางเพศที่ดีที่สุดเป็น MaxVB Sa\_T11 มีค่าแม่นยำถึง  $82.00 \pm 5.89\%$  สามารถนำโมเดลมาจำแนกข้อมูลทางเพศได้ผลดังนี้

ตารางที่ 12 ผลการจำแนกข้อมูลทางเพศด้วยโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Decision tree

Classification technique	Accuracy%
Decision tree	$84.50 \pm 3.84$

จากตารางแสดงผลการจำแนกข้อมูลทางเพศจากโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Decision tree พบว่า การทำนายค่าเพียงสองค่า คือ เพศหญิง และเพศชาย มีค่าความถูกต้องแม่นยำมากกว่า 80% ถือว่าข้อมูลมีความน่าเชื่อถือดีมาก สามารถแสดงผลดังแผนภูมิดังนี้





ภาพที่ 41 กราฟวงกลม (Pie) แสดงจำนวนเพศชาย และเพศหญิง ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลทางเพศ ด้วยโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Decision tree

จากแผนภูมิภาพโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Decision tree สามารถจำแนกข้อมูลทางเพศ ออกเป็นเพศชาย 212 (200) ราย และเพศหญิง 188 (200) ราย ซึ่งความถูกต้องคิดเป็น  $84.50 \pm 3.84\%$

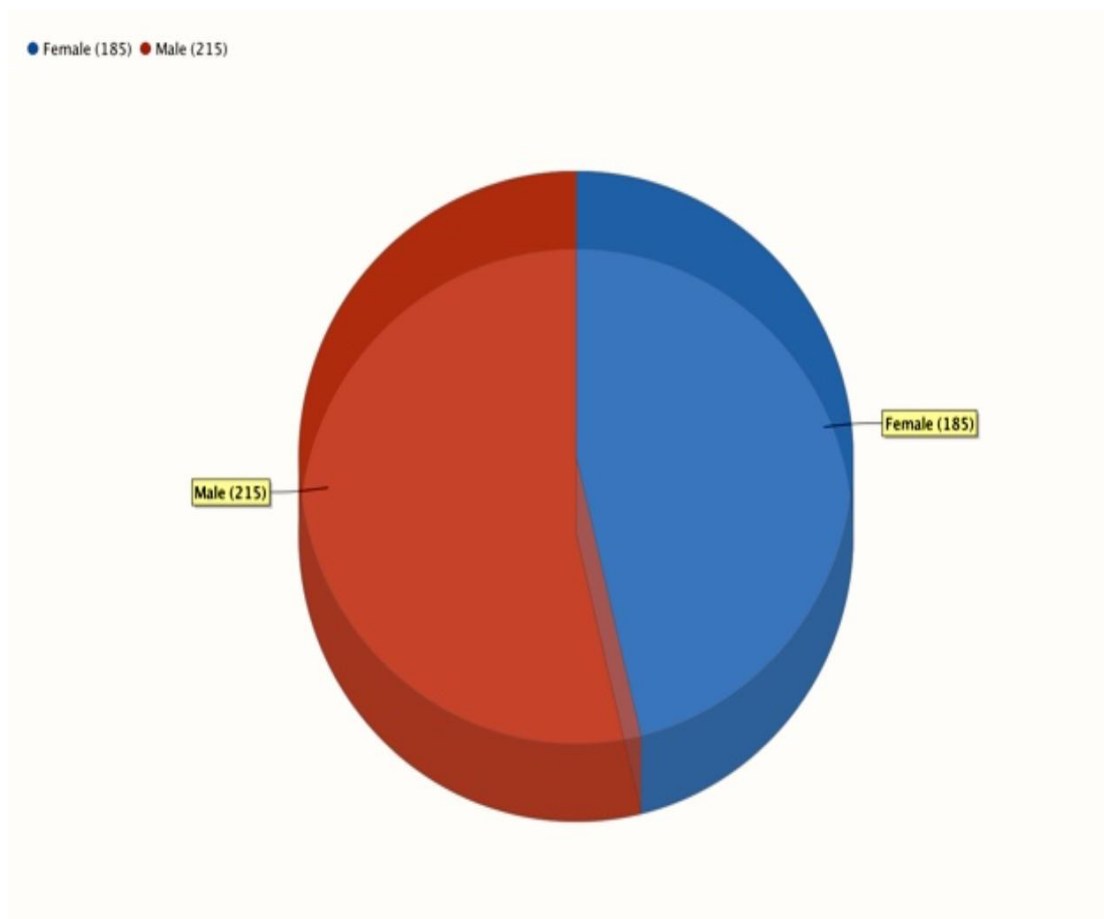
#### โมเดลการจำแนกข้อมูลทางเพศที่สร้างจากเทคนิค Supportive vector machine

ซึ่งโมเดลดังกล่าวประกอบไปด้วย Regular attribute ได้แก่ MaxVBSa\_T11, TPd\_L4 ซึ่งตัวจำแนกข้อมูลทางเพศที่ดีที่สุดเป็น MaxVB Sa\_T11 มีค่าความแม่นยำถึง  $82.50 \pm 3.87\%$  สามารถนำโมเดลมาจำแนกข้อมูลทางเพศได้ผลดังนี้

ตารางที่ 13 ผลการจำแนกข้อมูลทางเพศด้วยโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Supportive vector machine

Classification technique	Accuracy%
Supportive vector machine	$82.75 \pm 5.30$

จากแผนภูมิรูปภาพโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Supportive vector machine สามารถจำแนกข้อมูลทางเพศออกเป็นเพศชาย 215 (200) ราย และเพศหญิง 185 (200) ราย ซึ่งความถูกต้องคิดเป็น  $82.75 \pm 5.30\%$



ภาพที่ 42 กราฟวงกลม (Pie) แสดงจำนวนเพศชายและเพศหญิง ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลทางเพศด้วยโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Supportive vector machine

จากแผนภูมิรูปภาพโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Supportive vector machine สามารถจำแนกข้อมูลทางเพศออกเป็นเพศชาย 215 (200) ราย และเพศหญิง 185 (200) ราย ซึ่งความถูกต้องคิดเป็น  $82.75 \pm 5.30\%$



### โมเดลจากจำแนกข้อมูลทางเพศที่สร้างจากเทคนิค Logistic regression ที่ผ่านการคัดเลือก Attribute แบบ Forward selection

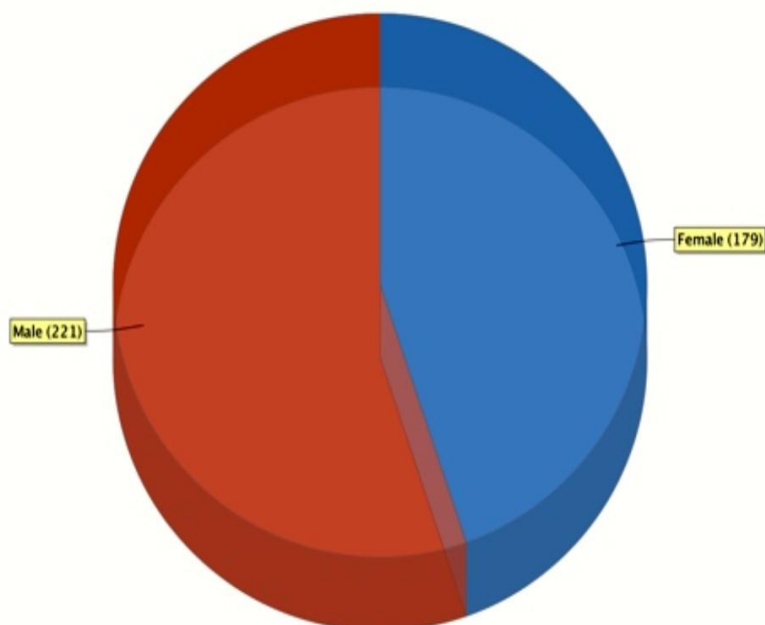
ซึ่งโมเดลดังกล่าวประกอบไปด้วย Regular attribute ได้แก่ MaxVBSa\_T11, EPWu\_T9, EPWu\_T10, EPWu\_L1 มีตัวจำแนกข้อมูลทางเพศที่ดีที่สุดเป็น MaxVB Sa\_T11 มีค่าความแม่นยำถึง  $83.25 \pm 5.37\%$  สามารถนำโมเดลมาจำแนกข้อมูลทางเพศได้ผลดังนี้

ตารางที่ 14 ผลการจำแนกข้อมูลทางเพศด้วยโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Logistic regression

Classification technique	Accuracy%
Logistic regression	$83.00 \pm 4.72$

จากตารางแสดงผลการจำแนกข้อมูลทางเพศจากโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Logistic regression โดยผ่านการคัดเลือกข้อมูลแบบ Forward selection พบว่า การทำนายค่าเพียงสองค่า คือ เพศหญิง และเพศชาย มีค่าความถูกต้องแม่นยำมากกว่า 80% ถือว่าข้อมูลมีความน่าเชื่อถือดีมาก

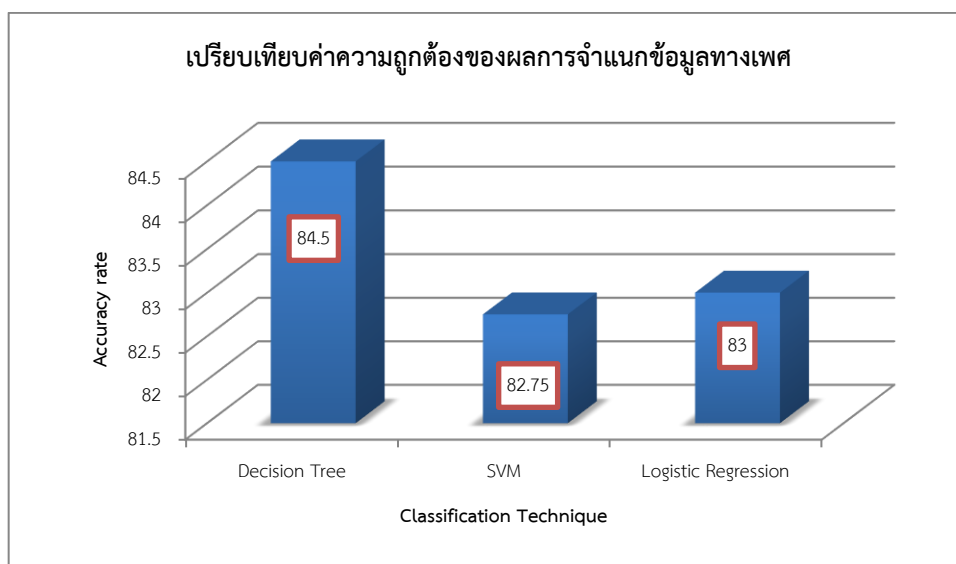
● Female (179) ● Male (221)



ภาพที่ 43 กราฟวงกลม (Pie) แสดงจำนวนเพศชาย และเพศหญิง ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลทางเพศด้วยโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Logistic regression โดยคัดเลือก Attribute แบบ Forward selection

จากแผนภูมิรูปภาพโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Logistic regression สามารถจำแนกข้อมูลทางเพศออกเป็นเพศชาย 221 (200) ราย และเพศหญิง 179 (200) ราย ซึ่งความถูกต้องคิดเป็น  $83.00 \pm 4.72\%$

สามารถนำเสนอผลการจำแนกข้อมูลทางเพศเป็นแผนภูมิกราฟแท่งดังภาพที่ 44



ภาพที่ 44 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลของการจำแนกข้อมูลทางเพศของเทคนิค DT, SVM, Logistic regression

จากแผนภูมิภาพ พบว่า การเปรียบเทียบผลการจำแนกข้อมูลทางเพศที่สร้างจากเทคนิคเหมืองข้อมูล มีค่าความถูกต้องแสดงถึงความแม่นยำจากเรียงจากมากไปหาน้อยดังนี้  $84.50 \pm 3.84$ ,  $83.00 \pm 4.72$ ,  $82.75 \pm 5.30$  เป็นโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Decision tree, Logistic regression และ Supportive vector machine ตามลำดับ ทั้งหมดล้วนมีความแม่นยำสูงเกิน 80% แสดงว่า ผลการจำแนกข้อมูลมีความถูกต้องน่าเชื่อถือมาก

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประมาณค่าข้อมูลทางความสูงจากขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า โดยเทคนิคเหมืองข้อมูล ได้แก่ เทคนิค Decision tree, Linear regression ที่ผ่านการคัดเลือก Attribute เพื่อตอบวัตถุประสงค์วิจัยดังนี้

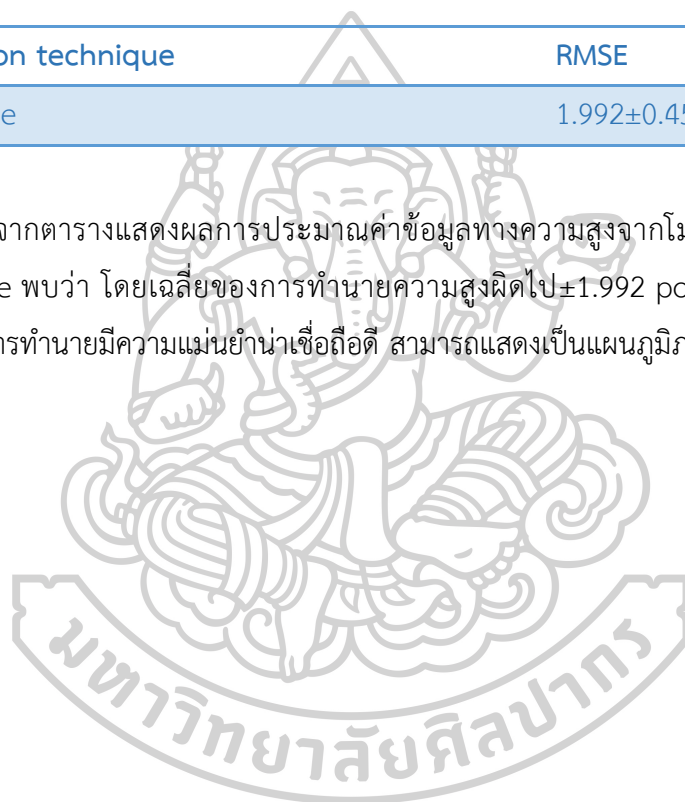
### โมเดลการประมาณค่าข้อมูลทางความสูงที่สร้างจากเทคนิค Decision tree

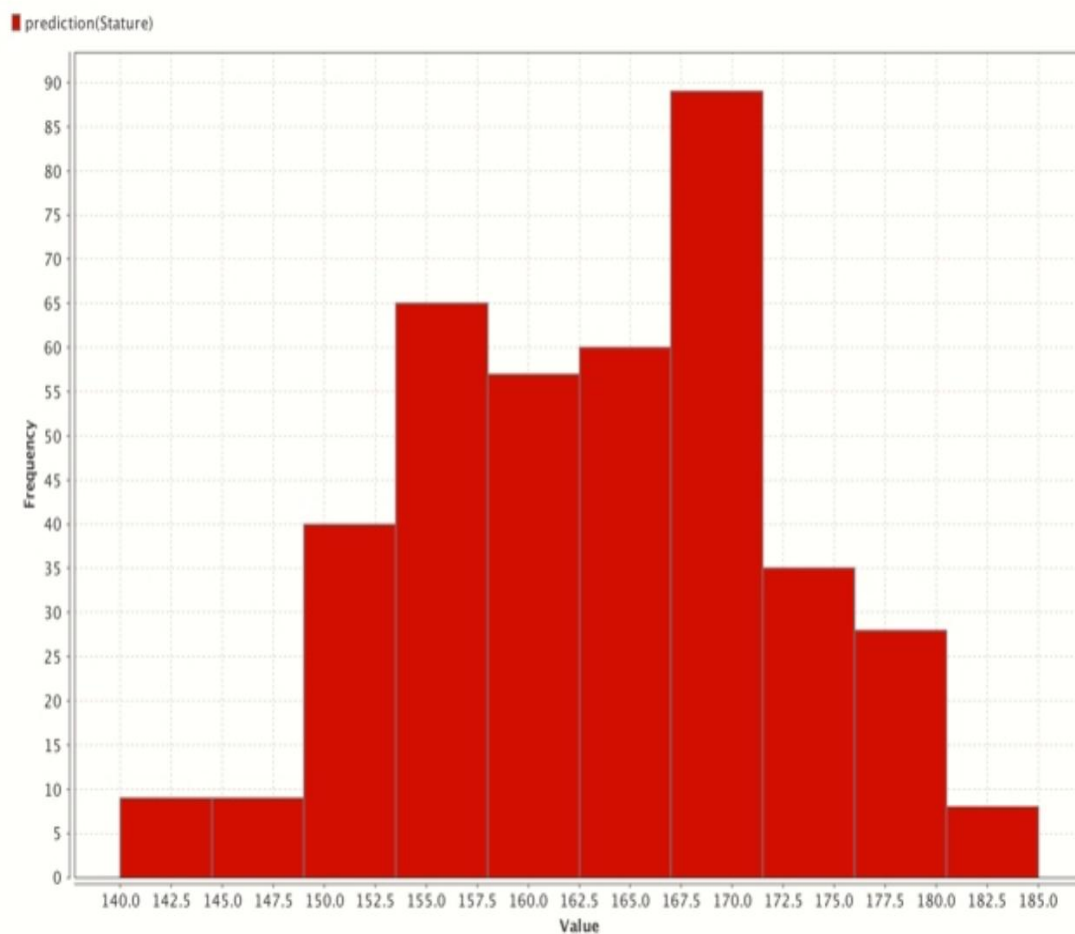
ซึ่งโมเดลดังกล่าวประกอบไปด้วย Regular attribute ดังนี้ EPWu\_T6, Max\_BS tern, EPWu\_T12, EPWu\_T9, TPd\_L4, EPWu\_L1 ที่มีตัวประมาณค่าข้อมูลทางความสูงที่ดีที่สุดเป็น EPWu\_T6 มีค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุด ซึ่งแสดงถึงความแม่นยำที่ดีที่สุด มีค่า RMSE =  $2.532 \pm 0.363$  สามารถนำโมเดลดังกล่าวมาประมาณค่าข้อมูลทางความสูงได้ผล ดังนี้

ตารางที่ 15 ผลการประมาณค่าข้อมูลทางความสูงด้วยโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Decision tree

Classification technique	RMSE	R <sup>2</sup>
Decision tree	$1.992 \pm 0.453$	$0.950 \pm 0.024$

จากตารางแสดงผลการประมาณค่าข้อมูลทางความสูงจากโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Decision tree พบว่า โดยเฉลี่ยของการทำนายความสูงผิดไป  $\pm 1.992$  point,  $R^2 = 0.950 \pm 0.024$  แสดงว่า ผลการทำนายมีความแม่นยำน่าเชื่อถือดี สามารถแสดงเป็นแผนภูมิภาพดังนี้





ภาพที่ 45 กราฟฮิสโตแกรม (Histogram) แสดงผลความถี่ของแต่ละความสูงที่ได้จากการประมาณค่าข้อมูลทางความสูงด้วยโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Decision tree

จากกราฟฮิสโตแกรม เป็นแบบ Serrated type มีการแจกแจงหรือการกระจายข้อมูลความสูงจากการประมาณค่ามีความแตกต่างกัน แขนงอนเป็นข้อมูลความสูง แขนงตั้งเป็นข้อมูลความถี่การแปลผล ดังนี้

- 1) ผู้ที่มีความสูงในช่วง 140.0 – 144.5 เซนติเมตร มีจำนวน 9 ราย (ข้อมูลจริง 8 ราย)
- 2) ผู้ที่มีความสูงในช่วง 144.5 – 149.0 เซนติเมตร มีจำนวน 9 ราย (ข้อมูลจริง 15 ราย)
- 3) ผู้ที่มีความสูงในช่วง 149.0 – 154.0 เซนติเมตร มีจำนวน 40 ราย (ข้อมูลจริง 42 ราย)
- 4) ผู้ที่มีความสูงในช่วง 154.0 – 158.0 เซนติเมตร มีจำนวน 57 ราย (ข้อมูลจริง 66 ราย)
- 5) ผู้ที่มีความสูงในช่วง 158.0 – 162.5 เซนติเมตร มีจำนวน 60 ราย (ข้อมูลจริง 51 ราย)
- 6) ผู้ที่มีความสูงในช่วง 162.5 – 167.0 เซนติเมตร มีจำนวน 89 ราย (ข้อมูลจริง 66 ราย)
- 7) ผู้ที่มีความสูงในช่วง 167.0 – 171.5 เซนติเมตร มีจำนวน 35 ราย (ข้อมูลจริง 71 ราย)

- 8) ผู้ที่มีความสูงในช่วง 171.5 – 176.0 เซนติเมตร มีจำนวน 28 ราย (ข้อมูลจริง 54 ราย)  
 9) ผู้ที่มีความสูงในช่วง 176.0 – 180.5 เซนติเมตร มีจำนวน 8 ราย (ข้อมูลจริง 19 ราย)  
 10) ผู้ที่มีความสูงในช่วง 180.5 – 185.0 เซนติเมตร มีจำนวน 8 ราย (ข้อมูลจริง 8 ราย)  
 รวมทั้งสิ้น 400 ราย จากโมเดลสามารถประมาณค่าความสูงในช่วงความสูง 180.5 – 185.0 เซนติเมตร ได้ถูกต้องกับข้อมูลจริง 8 ราย

โมเดลการประมาณค่าข้อมูลทางความสูง จากโมเดลที่สร้างเทคนิค Linear regression ที่ผ่านการคัดเลือก Attribute แบบ Forward selection

โมเดลที่ได้อยู่ในรูปสมการ

$$y = w_0 + w_1 a_1 + w_2 a_2 + \dots + w_n a_n$$

โดยที่ **y** คือ ตัวแปรตาม (Class คำตอบ = Stature )

**w** คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของแต่ละ Attribute ( Attribute ที่ 0 = 38.633  
 Attribute ที่ 1 = 1.920, Attribute ที่ 2 = 0.240, Attribute ที่ 3 = -0.538, Attribute ที่ 4 = 0.656, Attribute ที่ 5 = 1.011, Attribute ที่ 6 = 0.136, Attribute ที่ 7 = 0.038, Attribute ที่ 8 = 0.027, Attribute ที่ 9 = 0.830, Attribute ที่ 10 = 0.426)

**a** คือ ค่าของข้อมูลใน Attribute ที่ 1,2,...,n (Attribute ที่ 1 = EPWu\_T6, Attribute ที่ 2 = EPWL\_T7, Attribute ที่ 3 = VBHa\_T7, Attribute ที่ 4 = EPWu\_T8, Attribute ที่ 5 = VBHa\_T10, Attribute ที่ 6 = VBHa\_L3, Attribute ที่ 7 = TPd\_L4, Attribute ที่ 8 = Max\_cL, Attribute ที่ 9 = Max\_BStern, Attribute ที่ 10 = MMd)

**n** คือ จำนวน Attribute ทั้งหมด ( n = 10 )

จากโมเดลสามารถเขียนสมการ โดยเรียงค่ามาก - น้อยของสัมประสิทธิ์ในแต่ละ Attribute ได้ดังนี้

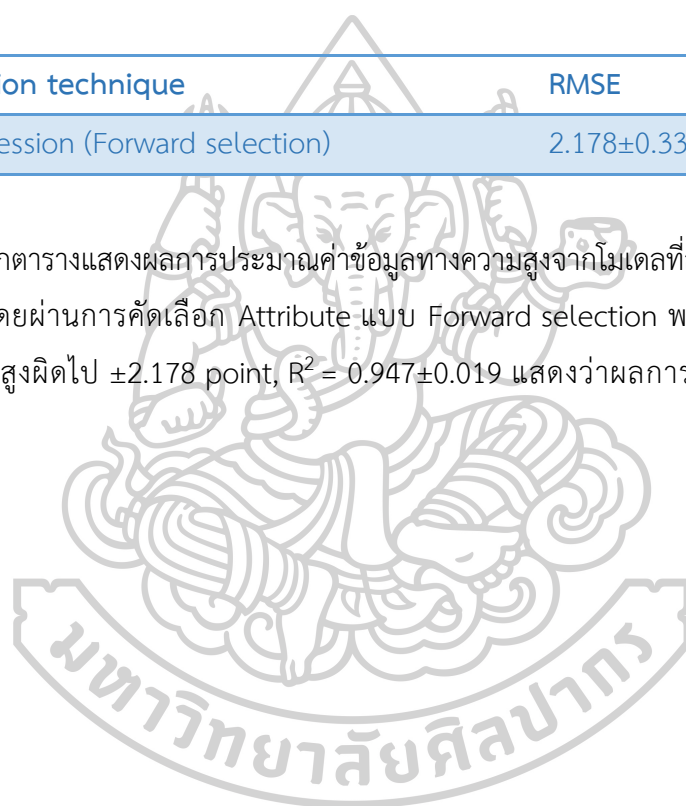
$$\text{Stature} = 38.633 + 1.920 \times \text{EPWu\_T6} + 1.011 \times \text{VBHa\_T10} + 0.830 \times \text{Max\_BStern} + 0.656 \times \text{EPWu\_T8} + 0.426 \times \text{MMd} + 0.240 \times \text{EPWL\_T7} + 0.136 \times \text{VBHa\_L3} + 0.038 \times \text{TPd\_L4} + 0.027 \times \text{Max\_cL} - 0.583 \times \text{VBHa\_T7}$$

ซึ่งโมเดลดังกล่าวประกอบไปด้วย Regular attribute ดังนี้ EPWu\_T6, VBHa\_T10, Max\_BStem, EPWu\_T8, MMd, EPWI\_T7, VBHa\_L3, TPd\_L4, Max\_cL, VBHa\_T7 ส่วนตัวประมาณค่าข้อมูลทางความสูงที่ดีที่สุดเป็น EPWu\_T6 มีรากค่าที่สองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยที่สุด แสดงถึงความแม่นยำที่ดีที่สุด RMSE  $2.611 \pm 0.220$  สามารถนำโมเดลดังกล่าวมาประมาณค่าข้อมูลทางความสูงได้ผลดังนี้

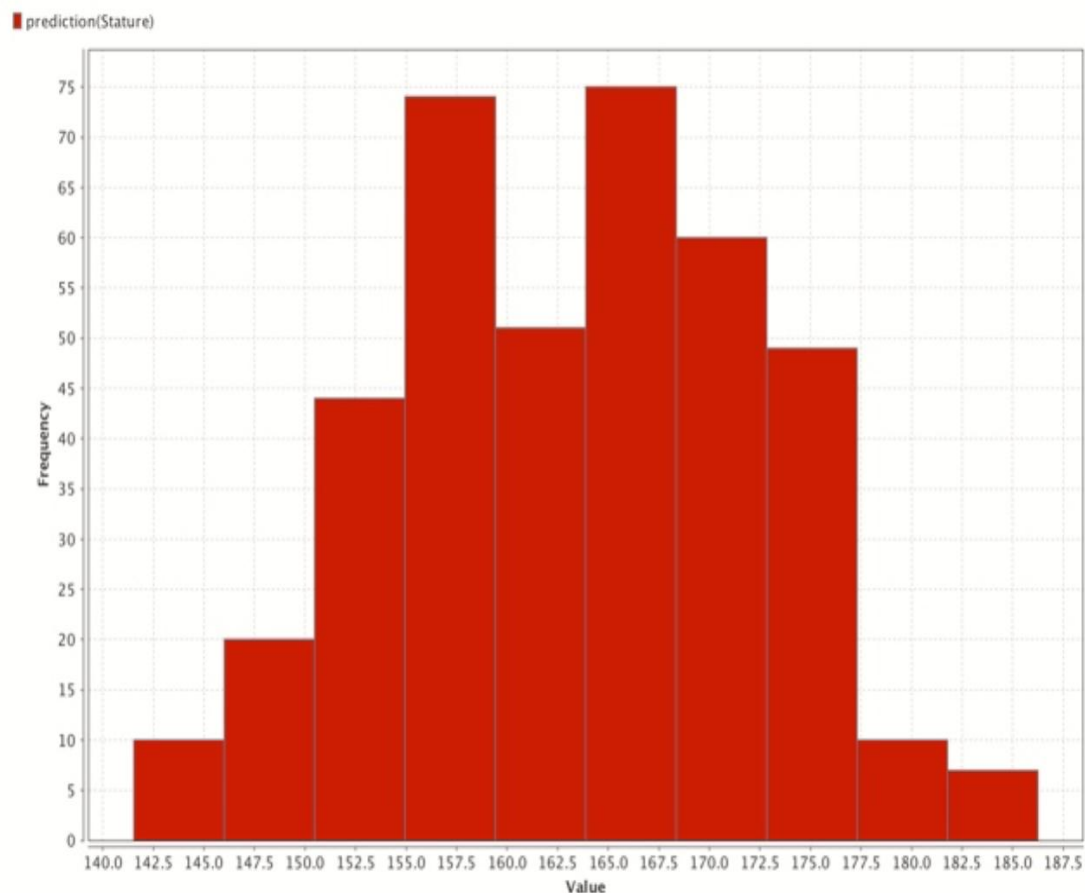
ตารางที่ 16 ผลการประมาณค่าข้อมูลทางความสูงด้วยโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Linear regression โดยผ่านการคัดเลือก Attribute แบบ Forward selection

Classification technique	RMSE	R <sup>2</sup>
Linear regression (Forward selection)	$2.178 \pm 0.332$	$0.947 \pm 0.019$

จากตารางแสดงผลการประมาณค่าข้อมูลทางความสูงจากโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Linear regression โดยผ่านการคัดเลือก Attribute แบบ Forward selection พบว่า โดยเฉลี่ยของการทำนายความสูงผิดไป  $\pm 2.178$  point,  $R^2 = 0.947 \pm 0.019$  แสดงว่าผลการทำนายมีความแม่นยำน่าเชื่อถือดี







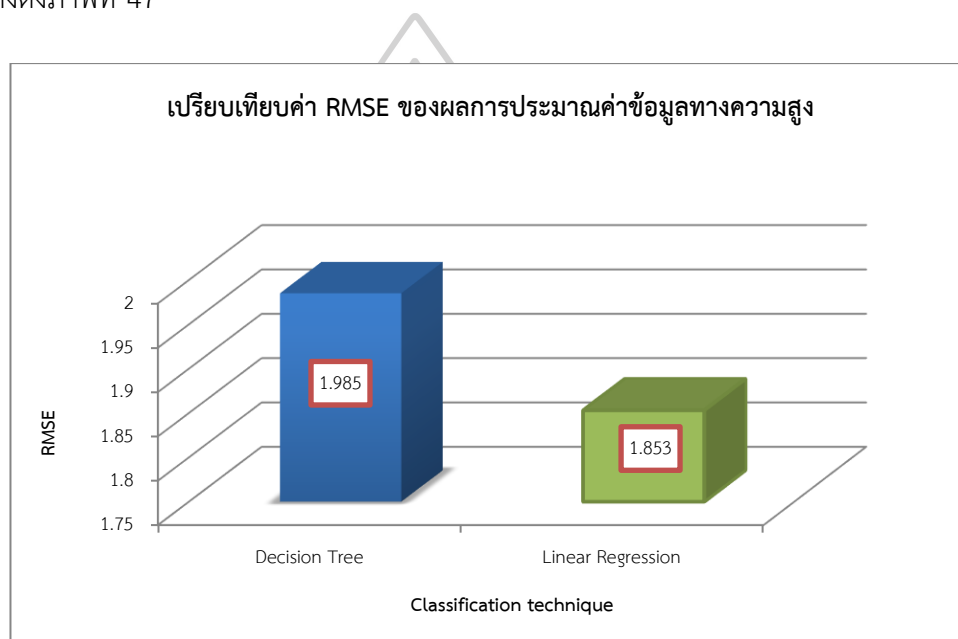
ภาพที่ 46 กราฟฮิสโตแกรม (Histogram) แสดงผลความถี่ของแต่ละความสูงที่ได้จากการประมาณค่าข้อมูลทางความสูงด้วยโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Linear regression โดยผ่านการคัดเลือก Attribute แบบ Forward selection

จากกราฟฮิสโตแกรม เป็นแบบ Serrated type มีการแจกแจงหรือการกระจายข้อมูลความสูงจากการประมาณค่ามีความแตกต่างกัน แขนงนอนเป็นข้อมูลความสูง แขนงตั้งเป็นข้อมูลความถี่การแปลผล ดังนี้

- 1) ผู้ที่มีความสูงในช่วง 142.0 – 146.0 เซนติเมตร มีจำนวน 10 ราย (ข้อมูลจริง 10 ราย)
- 2) ผู้ที่มีความสูงในช่วง 146.0 – 150.5 เซนติเมตร มีจำนวน 20 ราย (ข้อมูลจริง 36 ราย)
- 3) ผู้ที่มีความสูงในช่วง 150.5 – 155.0 เซนติเมตร มีจำนวน 44 ราย (ข้อมูลจริง 54 ราย)
- 4) ผู้ที่มีความสูงในช่วง 155.0 – 159.5 เซนติเมตร มีจำนวน 74 ราย (ข้อมูลจริง 44 ราย)
- 5) ผู้ที่มีความสูงในช่วง 159.5 – 163.5 เซนติเมตร มีจำนวน 51 ราย (ข้อมูลจริง 48 ราย)
- 6) ผู้ที่มีความสูงในช่วง 163.5 – 168.0 เซนติเมตร มีจำนวน 75 ราย (ข้อมูลจริง 74 ราย)

- 7) ผู้ที่มีความสูงในช่วง 168.0 – 173.0 เซนติเมตร มีจำนวน 60 ราย (ข้อมูลจริง 72 ราย)  
 8) ผู้ที่มีความสูงในช่วง 173.0 – 177.5 เซนติเมตร มีจำนวน 49 ราย (ข้อมูลจริง 40 ราย)  
 9) ผู้ที่มีความสูงในช่วง 177.5 – 182.0 เซนติเมตร มีจำนวน 10 ราย (ข้อมูลจริง 13 ราย)  
 10) ผู้ที่มีความสูงในช่วง 182.0 – 186.5 เซนติเมตร มีจำนวน 8 ราย (ข้อมูลจริง 9 ราย)  
 รวมทั้งสิ้น 400 ราย จากโมเดลสามารถประมาณค่าความสูงในช่วงความสูง 142.0 – 146.0 เซนติเมตร ได้ถูกต้องกับข้อมูลจริง 10 ราย

สามารถนำเสนอผลการเปรียบเทียบการประมาณค่าข้อมูลทางความสูงเป็นแผนภูมิกราฟแท่งดังภาพที่ 47



ภาพที่ 47 การเปรียบเทียบผลประสิทธิภาพโมเดลการประมาณค่าข้อมูลทางความสูงของเทคนิค Decision tree, Linear regression

จากแผนภูมิภาพแสดงประสิทธิภาพโมเดลการประมาณค่าข้อมูลทางความสูง โมเดลที่มีความแม่นยำสูงสร้างจากเทคนิค Linear regression ที่มีค่า  $RMSE = 1.853$  โดยเฉลี่ยโมเดลสามารถทำนายความสูงผิดไป  $\pm 1.853$  point ส่วนโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Decision tree มีค่า  $RMSE = 1.985$  ซึ่งโดยเฉลี่ยโมเดลสามารถทำนายความสูงผิดไป  $\pm 1.985$  point

#### 4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประมาณค่าข้อมูลทางความสูงจากขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า โดยสมการ Linear regression ที่ผ่านการคัดเลือก Attribute เพื่อตอบวัตถุประสงค์วิจัย ดังนี้

วัตถุประสงค์ที่ 2 ทำนายความสูงจากขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างโมเดลประมาณค่าข้อมูลทางความสูง จากขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า โดยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ได้แก่ สมการ Linear regression แบบ Forward

การวิเคราะห์สมการถดถอยหรือสมการพยากรณ์ ได้นำเอาตัวกลุ่มตัวแปรมาทำวิเคราะห์เพื่อทำนายหรืออธิบายของค่าของตัวแปรตาม (y) โดยอาศัยตัวแปรอิสระกับสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระเหล่านั้น

ตารางที่ 17 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอย

Model Summary										
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	R Square Change	Change Statistics				
						F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	.961 <sup>a</sup>	.923	.922	2.61427	.923	4741.972	1	398		.000
2	.973 <sup>b</sup>	.947	.946	2.17393	.024	178.562	1	397		.000
3	.978 <sup>c</sup>	.957	.956	1.95965	.010	92.570	1	396		.000
4	.980 <sup>d</sup>	.960	.960	1.88472	.003	33.110	1	395		.000
5	.981 <sup>e</sup>	.961	.961	1.85526	.001	13.646	1	394		.000
6	.981 <sup>f</sup>	.962	.962	1.83217	.001	10.992	1	393		.001
7	.981 <sup>g</sup>	.963	.962	1.81866	.001	6.861	1	392		.009
8	.982 <sup>h</sup>	.964	.963	1.80449	.001	7.183	1	391		.008
9	.982 <sup>i</sup>	.964	.963	1.79706	.000	4.240	1	390		.040

a. Predictors: (Constant), EPWu\_T6

b. Predictors: (Constant), EPWu\_T6, MaxBS

c. Predictors: (Constant), EPWu\_T6, MaxBS, VBHa\_T10

d. Predictors: (Constant), EPWu\_T6, MaxBS, VBHa\_T10, EPWu\_T8

e. Predictors: (Constant), EPWu\_T6, MaxBS, VBHa\_T10, EPWu\_T8, VBHa\_T7

f. Predictors: (Constant), EPWu\_T6, MaxBS, VBHa\_T10, EPWu\_T8, VBHa\_T7, TPd\_L4

g. Predictors: (Constant), EPWu\_T6, MaxBS, VBHa\_T10, EPWu\_T8, VBHa\_T7, TPd\_L4, MMD

h. Predictors: (Constant), EPWu\_T6, MaxBS, VBHa\_T10, EPWu\_T8, VBHa\_T7, TPd\_L4, MMD, MaxBa

i. Predictors: (Constant), EPWu\_T6, MaxBS, VBHa\_T10, EPWu\_T8, VBHa\_T7, TPd\_L4, MMD, MaxBa, MAX\_cL

จากตารางพบว่า โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS แบบ Forward สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้โมเดลทั้ง 9 โมเดล ตัวแปรอิสระหรือตัวพยากรณ์ที่ถูกคัดเลือกเข้าไปอยู่ในสมการถดถอย หรือสมการพยากรณ์แต่ละโมเดล มีดังนี้

- 1) โมเดลที่ 1 ตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือกเป็น EPWU\_T6 มีค่า  $R = .960$  ค่า  $R^2 = .922$
- 2) โมเดลที่ 2 ตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือกเป็น EPWU\_T6, Max\_BStern มีค่า  $R = .973$  ค่า  $R^2 = .946$
- 3) โมเดลที่ 3 ตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือกเป็น EPWU\_T6, Max\_BStern, VBHaT10 มีค่า  $R = .978$  ค่า  $R^2 = .957$
- 4) โมเดลที่ 4 ตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือกเป็น EPWU\_T6, Max\_BStern VBHa\_T10, EPWu\_T8 มีค่า  $R = .980$  ค่า  $R^2 = .960$
- 5) โมเดลที่ 5 ตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือกเป็น EPWU\_T6, Max\_BStern, VBHa\_T10, EPWu\_T8, VBHa\_T7 มีค่า  $R = .981$  ค่า  $R^2 = .961$
- 6) โมเดลที่ 6 ตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือกเป็น EPWU\_T6, Max\_BStern, VBHa\_T10, EPWu\_T8, VBHa\_T7, TPd\_L4 มีค่า  $R = .981$  ค่า  $R^2 = .962$
- 7) โมเดลที่ 7 ตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือกเป็น EPWU\_T6, Max\_BStern, VBHa\_T10, EPWu\_T8, VBHa\_T7, TPd\_L4, MMd มีค่า  $R = .981$  ค่า  $R^2 = .963$
- 8) โมเดลที่ 8 ตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือกเป็น EPWU\_T6, Max\_BStern, VBHa\_T10, EPWu\_T8, VBHa\_T7, TPd\_L4, MMd, Max\_Bacr มีค่า  $R = .982$  ค่า  $R^2 = .964$
- 9) โมเดลที่ 9 ตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือกเป็น EPWU\_T6, Max\_BStern, VBHa\_T10, EPWu\_T8, VBHa\_T7, TPd\_L4, MMd, Max\_Bacr, Max\_cL มีค่า  $R = .982$  ค่า  $R^2 = .964$

จากตารางที่ 17 โมเดลที่ 9 จะเห็นว่าขนาดสัดส่วนกระตุก EPWu\_T6, EPWU\_T6, Max\_BStern, VBHa\_T10, EPWu\_T8, VBHa\_T7, TPd\_L4, MMd, Max\_Bacr, Max\_cL มีความสัมพันธ์แบบพหุคูณกับความสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเป็น .982 และสามารถพยากรณ์ความสูงได้ร้อยละ 96.4 โดยมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์เท่ากับ  $\pm 1.797$

ตารางที่ 18 Coefficients จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

		Coefficients <sup>a</sup>				
		Unstandardized		Standardized		
		Coefficients		Coefficients		
Model		B	Std. Error	Beta	T	Sig.
9	(Constant)	39.712	2.286		17.370	.000
	EPWu_T6	1.879	.156	.385	12.068	.000
	MaxBS	.567	.124	.160	4.584	.000
	VBHa_T10	1.111	.116	.267	9.599	.000
	EPWu_T8	.811	.131	.147	6.169	.000
	VBHa_T7	-.480	.124	-.099	-3.869	.000
	TPd_L4	.040	.014	.030	2.858	.004
	MMd	.603	.189	.068	3.185	.002
	MaxBa	.293	.108	.082	2.710	.007
	MAX_cL	.028	.014	.025	2.059	.040

Dependent Variable: Stature

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวพยากรณ์ พบว่า ขนาดสัดส่วนกระดูก EP Wu\_T6 สามารถพยากรณ์ความสูงได้สูงสุด และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปคะแนนดิบ และค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปคะแนนมาตรฐาน (B,β) เป็น 1.879 กับ 0.385 สามารถเขียนสมการดังนี้

สมการพยากรณ์ความสูง สามารถแสดงในรูปคะแนนดิบ เป็นดังนี้

$$\text{Stature} = 39.712 + 1.879 \times \text{EPWu\_T6} + 1.111 \times \text{VBHa\_T10} + 0.811 \times \text{EPWu\_T8} + 0.603 \times \text{MMd} + 0.567 \times \text{Max\_BStern} + 0.293 \times \text{Max\_BAcr} + 0.040 \times \text{TPd\_L4} + 0.028 \times \text{Max\_cL} - 0.480 \times \text{VBHa\_T7}$$

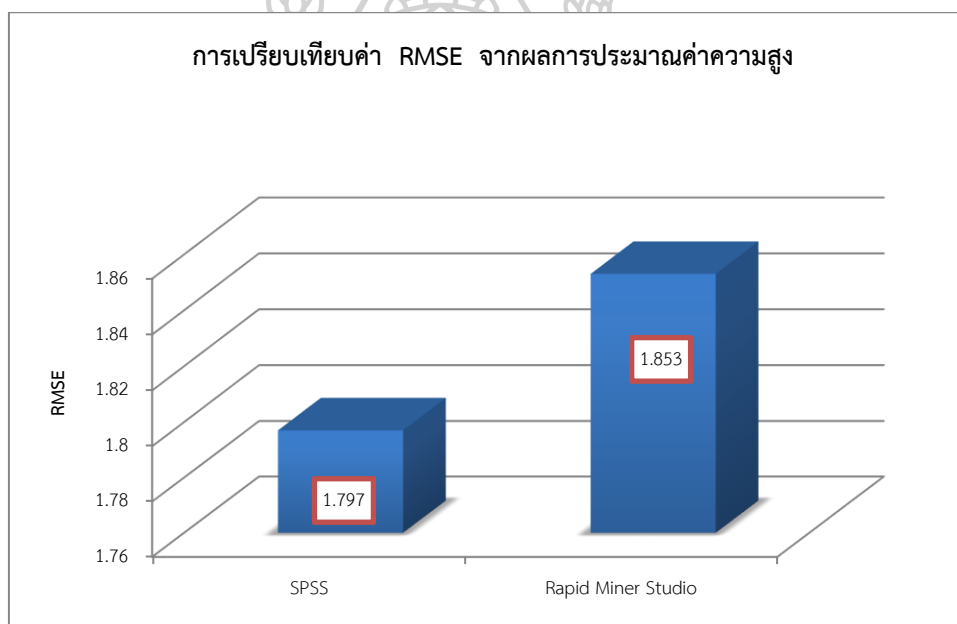
สมการพยากรณ์ความสูง ในรูปคะแนนมาตรฐานได้ดังนี้

$$\text{Stature} = 0.385 \text{ EPWu\_T6} + 0.267 \text{ VBHa\_T10} + 0.160 \text{ Max\_BStern} + 0.147 \text{ EPWu\_T8} + 0.082 \text{ Max\_BAcr} + 0.068 \text{ MMd} + 0.030 \text{ TPd\_L4} + 0.025 \text{ Max\_cL} - 0.099 \text{ VBHa\_T7}$$

#### 4.4 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลการประมาณค่าข้อมูลทางความสูงระหว่างโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Linear regression กับสมการถดถอยทางคณิตศาสตร์ที่วิเคราะห์จากโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อตอบวัตถุประสงค์วิจัยดังนี้

วัตถุประสงค์ที่ 3 เพื่อเปรียบเทียบผลการทำนายความสูงจากขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ระหว่างเทคนิคเหมือนข้อมูลกับโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

จากผลการประมาณค่าข้อมูลทางความสูงของโมเดลที่สร้างจากเทคนิค (สมการ) Regression จาก RapidMiner Studio และ SPSS สามารถเปรียบเทียบผลการทำนายดังนี้



ภาพที่ 48 การเปรียบเทียบผลการประมาณค่าข้อมูลทางความสูง ระหว่างโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS กับ Software RapidMiner Studio

จากแผนภูมิภาพ แสดงให้เห็นว่าการประมาณค่าความสูงจากขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า โดยสมการ Linear regression ของโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS สามารถวิเคราะห์ข้อมูลทำนายผลได้ถูกต้องแม่นยำใกล้เคียงกัน แต่การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS สามารถทำนายได้แม่นยำกว่า เนื่องจากใช้ตัวแปรในการทำนายจำนวนน้อยกว่า และให้ผลค่าคลาดเคลื่อนน้อยกว่า



## การวิเคราะห์ข้อมูลแสดงการเปรียบเทียบผลการจำแนกข้อมูลทางเพศและการประมาณค่าข้อมูลทางความสูงของงานวิจัยกับงานวิจัยต่างประเทศ

### การวิเคราะห์ข้อมูลแสดงการเปรียบเทียบผลการจำแนกข้อมูลทางเพศ

เมื่อเปรียบเทียบการจำแนกข้อมูลทางเพศกับผลงานวิจัยอื่นที่มีความแตกต่างทางประชากร ใช้ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 12 ด้วยจำนวนตัวแปรและเทคนิคที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 เปรียบเทียบผลการจำแนกข้อมูลทางเพศ ด้วยเทคนิค DFA กับ DT, SVM, Logistic regression

First author	Year	#Participants	Features	Classification technique	Accuracy rate
Wei Bin Heu	2012	141 (78M,63F)	Thoracic vertebrae12 <sup>nd</sup> (18 ตัวแปร)	Discriminant function analyses	56.4-90.1%
Siharin I.	2019	400 (200M,200F)	Thoracic vertebrae12 <sup>nd</sup> (4 ตัวแปร)	Decision tree	79.25+/- 4.50
				SVM	80.75+/- 5.71
				Logistic regression	80.00+/- 6.02

การเปรียบเทียบการจำแนกประเภทข้อมูลทางเพศโดยใช้ตัวแปรเดียวกันกับตัวแปรของ Wei Bin Heu จำนวน 3 ตัวแปร (EPWu\_T12, EPWl\_T12, VBHa\_T12) และตัวแปรที่แตกต่างจำนวน 1 ตัวแปร (MaxVBSa\_T12) พบว่า ค่าความถูกต้องทั้งสามเทคนิคอยู่ในช่วง  $79.25 \pm 4.50 - 80.75 \pm 5.71$  มีความใกล้เคียงกันกับของ Wei Bin Heu

ส่วนงานวิจัยที่ใช้กระดูกสันหลังระดับอกที่ 12 กับกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1 ในการจำแนกข้อมูลทางเพศ ด้วยจำนวนตัวแปรและเทคนิคที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 เปรียบเทียบผลการจำแนกข้อมูลทางเพศ ด้วยเทคนิค Multiple regression analysis กับ DT, SVM, Logistic regression

First author	Year	#Participants	Features	Classification technique	Accuracy rate		
Fatma M.M. Badr El Dine	2015	120 (54M,66F)	-Thoracic vertebrae 12 <sup>nd</sup> (28 ตัวแปร)	Multiple regression analysis	49-85.5		
			-Lumbar vertebrae 1 <sup>st</sup> (28 ตัวแปร)		68.0		
			Thoracic vertebrae 12 <sup>nd</sup> & Lumbar vertebrae 1 <sup>st</sup>	96.3			
Siharin I.	2019	400 (200M,200F)	Thoracic vertebrae 12 <sup>nd</sup> (4 ตัวแปร)	Decision tree	74.75 – 83.75		
			-Lumbar vertebrae 1 <sup>st</sup> (5 ตัวแปร)		71.50 – 83.00		
			-Thoracic vertebrae 12 <sup>nd</sup> & Lumbar vertebrae 1 <sup>st</sup>	SVM	77.03 – 85.47		
					75.04 – 86.46		
					75.86 – 86.64		
						Logistic regression	75.00 – 85.00
							73.98 – 86.02
				73.88 – 84.62			
				77.26 – 84.74			

การเปรียบเทียบการจำแนกประเภทข้อมูลทางเพศโดยใช้ตัวแปรเดียวกันกับของ Fatma M.M. Badr El Dine สำหรับกระดูกสันหลังระดับอก จำนวน 3 ตัวแปร (EPWu\_T12, EPWl\_T12, VBHa\_T12) และสำหรับกระดูกสันหลังระดับเอว มีตัวแปรที่เหมือนกัน จำนวน 4 ตัวแปร (EPWu\_L1, EPWl\_L1, VBHa\_L1, TPd\_L1) พบว่า ค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลทางเพศ โดยใช้ขนาดกระดูกสันหลังระดับอกทั้งสามเทคนิคอยู่ในช่วง 75.04-86.46% และค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลทางเพศ โดยใช้ขนาดกระดูกสันหลังระดับเอวมากกว่าในทั้งสามเทคนิคอยู่ในช่วง 71.50 - 86.64% กรณีใช้ทั้งขนาดกระดูกสันหลังระดับอกที่ 12 และกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1 ในทั้งสามเทคนิค มีค่าความถูกต้องระหว่าง 75.00-85.47% น้อยกว่าผลงานของ Fatma M.M.

ส่วนงานวิจัยจำแนกข้อมูลทางเพศด้วยขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า ด้วยจำนวนตัวแปร และเทคนิคที่แตกต่างกัน ดังแสดงตามตารางที่ 21

ตารางที่ 21 เปรียบเทียบผลการจำแนกข้อมูลทางเพศด้วยเทคนิค LDA, DT, SVM และ Logistic regression

First author	Year	#Participants	Features	Classification technique	Accuracy rate
Miroslav Králík	2014	200 (90M,110F)	Clavicle (6 ตัวแปร)	Linear discriminant analysis	91.66-92.55%
Siharin I.	2019	400 (200M,200F)	Clavicle (4 ตัวแปร)	Decision tree	78.75+/-6.35
				SVM	82.00+/-6.50
				Logistic regression	81.25+/-6.73

จากตารางการเปรียบเทียบการจำแนกประเภทข้อมูลทางเพศโดยใช้ตัวแปรเดียวกันกับของ Miroslav Králík จำนวน 4 ตัวแปร (Max\_cL, Max\_Bstern, Max\_BACr, MMd) พบว่า ค่าความถูกต้องมีความใกล้เคียงกับงานวิจัยดังกล่าว

เปรียบเทียบงานวิจัยประมาณค่าข้อมูลทางความสูง

ส่วนงานวิจัยจำแนกข้อมูลทางความสูงด้วยขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวด้วยจำนวนตัวแปรและเทคนิคที่แตกต่างกัน ดังแสดงตามตารางที่ 22

ตารางที่ 22 เปรียบเทียบผลการประมาณค่าข้อมูลทางความสูงด้วยเทคนิค LDA, DT และ GLM

First author	Year	#Participants	Features	Classification technique	SE=standard error RMSE
Kui Zhang	2015	412 (206M,206F)	Lumbar 1-5 (16 ตัวแปร)	Multiple regression	SE (M) ±4.331
					SE (F) ±3.219
Siharin I.	2019	400 (200M,200F)	Lumbar 1-4 (20 ตัวแปร)	Decision tree	RMSE (M)
					3.609±4.799
					RMSE (F)
					3.268±1.024

จากตารางการเปรียบเทียบการประมาณค่าข้อมูลทางความสูงโดยใช้ตัวแปรเดียวกันกับของ Kui Zhang จำนวน 5 ตัวแปร (VBHa\_L1, VBHa\_L2, VBHa\_L3, VBHa\_L4, VBHa\_L4) พบว่า ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสองค่อนข้างต่ำมีความแม่นยำค่อนข้างสูง ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานค่อนข้างต่ำการทำนายมีความเชื่อมั่นสูงเช่นเดียวกัน

ตารางที่ 23 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์การวิจัย	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล		
จำแนกเพศและประมาณค่าความสูงจากขนาดส้นกระดูกด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล	จำแนกเพศ		
	Decision tree แม่นยำลำดับที่ 1	SVM แม่นยำลำดับที่ 3	Logistic regression แม่นยำลำดับที่ 2
	ประมาณค่าความสูง		
	Decision tree แม่นยำลำดับที่ 2	Linear regression แม่นยำลำดับที่ 1	
ประมาณค่าความสูงจากขนาดส้นกระดูกด้วยสมการคณิตศาสตร์จากโปรแกรมสำเร็จรูป	ประมาณค่าความสูง		
	Linear regression SSE±1.797		
เปรียบเทียบผลการประมาณค่าข้อมูลทางความสูงระหว่างเทคนิคเหมืองข้อมูลกับโปรแกรมสำเร็จรูป	ประมาณค่าความสูง		
	SPSS SSE±1.797	Rapid miner studio RMSE±1.853	

จากตาราง การสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยดังนี้

1. โมเดลที่สร้างจากเทคนิคเหมืองข้อมูล (Decision tree, SVM, Logistic regression) สามารถจำแนกข้อมูลทางเพศและโมเดลที่สร้างจากเทคนิคเหมืองข้อมูล (Decision tree, Linear regression) สามารถประมาณค่าข้อมูลทางความสูงได้แม่นยำแตกต่างกัน
2. โมเดลที่สร้างจากสมการ Linear regression จากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS สามารถประมาณค่าข้อมูลทางความสูงได้แม่นยำสูง
3. โมเดลที่สร้างจากสมการ Linear regression ของโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS สามารถประมาณค่าข้อมูลทางความสูงได้ผลแม่นยำมีความใกล้เคียงกับโมเดลที่สร้างจากเทคนิคเหมืองข้อมูล

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่องการทำนายความสูงและเพศจากขนาดของกระดูกไหปลาร้า กระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 กระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ในประชากรไทยโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. ทำนายความสูงและเพศจากขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล 2. ทำนายความสูงจากขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 3. เปรียบเทียบผลการทำนายความสูงจากขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ระหว่างเทคนิคเหมืองข้อมูลกับโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS โดยมีการสรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะดังนี้

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

1. จากการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงผลการจำแนกประเภทข้อมูลทางเพศ จากขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า โดยเทคนิคเหมืองข้อมูล ได้แก่ เทคนิค Decision tree, Supportive vector machine, Logistic regression มีผลสรุปดังนี้ โมเดลที่สร้างจากเทคนิค Decision tree สามารถจำแนกข้อมูลทางเพศถูกต้องแม่นยำที่สุด (Accuracy 84.50%) รองลงมาเป็นโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Supportive vector machine (Accuracy 82.75%) ลำดับสุดท้ายโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Logistic regression (Accuracy 83.00%) ซึ่งทุกโมเดลมีตัวจำแนกที่ดีที่สุดคือ MaxBSa\_T11

เมื่อแยกวิเคราะห์การจำแนกข้อมูลทางเพศตามกลุ่มกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 กลุ่มกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 และกลุ่มกระดูกไหปลาร้าจากโมเดลที่สร้างจากเทคนิคเหมืองข้อมูล มีผลสรุปดังนี้ โมเดลที่สร้างจากเทคนิค Decision tree ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้กลุ่มกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ให้ค่าความถูกต้องมากที่สุดคือ  $83.00 \pm 4.17$  โมเดลที่สร้างจากเทคนิค Supportive vector machine ใช้กลุ่มกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 จำแนกเพศได้ถูกต้อง  $83.00 \pm 4.97$  และโมเดลจากเทคนิค Logistic regression ใช้กลุ่มกระดูกชนิดเดียวกับเทคนิค Decision tree แต่ต่างกันที่ตัวแปรหรือขนาดสัดส่วนกระดูก สามารถจำแนกเพศได้แม่นยำ  $83.25 \pm 5.37\%$

และจากการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงผลการประมาณค่าข้อมูลทางความสูงจากขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า โดยเทคนิคเหมืองข้อมูล มีผลสรุปดังนี้ โมเดลที่สร้างจากเทคนิค Decision tree สามารถประมาณค่าข้อมูลทางความสูงแม่นยำสูงมีความคลาดเคลื่อน (RMSE $\pm$ 1.985) แสดงถึงความแม่นยำน้อยกว่าโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Linear regression ที่มีความคลาดเคลื่อน (RMSE  $\pm$  1.853) ซึ่งทุกโมเดลมีตัวจำแนกประเภทข้อมูลที่ดีที่สุดเหมือนกันคือ EPWu\_T6

กรณีแยกวิเคราะห์ตามชนิดกลุ่มกระดูกมีผลสรุปว่า ทั้งโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Decision tree และเทคนิค Linear regression ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยกลุ่มกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 มีค่าความคลาดเคลื่อน  $2.192 \pm 0.493$  และ  $2.172 \pm 0.323$  ตามลำดับ

2. จากการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงผลการประมาณค่าข้อมูลทางความสูง จากขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า โดยสมการคณิตศาสตร์ Linear regression จากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS มีผลสรุปดังนี้ โปรแกรมสำเร็จรูปสามารถสร้างโมเดลทั้งหมด 9 โมเดล ซึ่งโมเดลที่ดีที่สุด ประกอบด้วยตัวแปรทั้งหมด 9 ตัวแปร สามารถร่วมกันพยากรณ์ความสูงหรือมีความสัมพันธ์แบบพหุคูณกับความสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $p = .000$ ) โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเป็น .982 และสามารถพยากรณ์ความสูงได้ร้อยละ 96.4 โดยมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์เท่ากับ  $\pm 1.79706$  เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวพยากรณ์ พบว่า ขนาดสัดส่วนกระดูก EPWu T6 มีอิทธิพลทางบวกต่อความสูงโดยมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปคะแนนดิบและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปคะแนนมาตรฐาน ( $b, \beta$ ) เป็น 1.879 กับ 0.385 ขนาดสัดส่วนที่มีอิทธิพลต่อความสูงรองลงมาเป็นขนาดสัดส่วน VBHa\_T10, EPWu\_T8, MMd, Max\_Bstern, Max\_BAcr, TPd\_L4, Max\_cL และขนาดสัดส่วนกระดูก VBHa\_T7 มีอิทธิพลทางลบต่อความสูงเพียงตัวแปรเดียว

3. จากการเปรียบเทียบผลการประมาณค่าข้อมูลทางความสูง ระหว่างโมเดลที่สร้างจากเทคนิคเหมืองข้อมูลของ RapidMiner Studio Software กับโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS มีผลสรุปดังนี้ โมเดล Linear regression ที่สร้างจาก RapidMiner Studio Software มีจำนวนตัวแปรที่ร่วมกันทำนายความสูงทั้งหมด 10 ตัวแปร มีค่ารากที่สองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง  $\pm 1.853$  ส่วนสมการ Linear regression ที่สร้างจากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS มีจำนวนตัวแปรที่ร่วมกันทำนายความสูงทั้งหมด 9 ตัวแปร แต่มีค่ามาตรฐานความคลาดเคลื่อน  $\pm 1.797$  น้อยกว่าแสดงถึงความแม่นยำที่มากกว่า



## 5.2 การอภิปรายผล

สามารถอภิปรายผลดังนี้

1. จากการวิเคราะห์ขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า สัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 กระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 ของกลุ่มตัวอย่างมีช่วงอายุที่การเจริญเติบโตของกระดูกเต็มที่ และไม่มีภาวะเสื่อมของกระดูก ซึ่งขนาดสัดส่วนกระดูกของเพศชายมีขนาดใหญ่กว่าเพศหญิง เป็นไปตามคำกล่าวของ Anastasis Holobingo ที่ว่า เพศชายจะมีลักษณะกระดูกที่โดดเด่นกว่าเพศหญิง ตรงที่มีขนาดที่ใหญ่กว่า (Holobinko 2012) ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญโตและความแตกต่างของกระดูก ได้แก่ การขาดและมีมากเกินไปของฮอร์โมนบางชนิดทำให้ความสูงผิดปกติ (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ 2538) การที่เพศชายมีความสูงมากกว่าเพศหญิง เนื่องจากฮอร์โมนเอสโตรเจนไปหยุดการเติบโตของเพศหญิงในขณะที่อายุยังน้อยกว่าเพศชาย ส่วนพันธุกรรมมีอิทธิพลต่อการกำหนดเพศและความสูง (บังอร ฉางทรัพย์ 2514) ความผิดปกติโครโมโซมและยีนส่งผลให้เด็กเจริญเติบโตช้า และทำให้เด็กหญิงมีรูปร่างตัวเตี้ยแคระ (กมลทิพย์ หาญผดุงกิจ 2542) ภาวะขาดโภชนาการมีผลต่อการเจริญเติบโตด้านความสูงถึงแม้พ่อแม่จะสูงก็ตาม โดยเฉพาะสารอาหารโปรตีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส วิตามินดี วิตามินเอ วิตามินซี (สิริพันธ์ จุลกังคะ 2545) (มนต์ชัย ซาลาประวรรตน์ 2539) การบาดเจ็บจากการเล่นกีฬาบางประเภทที่มีการกระโดดกระแทกซ้ำๆ ของกระดูกขาทำให้เกิดการบาดเจ็บซ้ำๆ บริเวณปลายกระดูก ส่งผลให้ส่วนสูงสุดท้ายเตี้ยกว่าพันธุกรรมในรายที่กระดูกปิดการเติบโตแล้ว ส่วนโรคภัยที่เป็นมาแต่กำเนิด ความพิการแต่กำเนิด การเจ็บป่วยมาแต่เด็ก เช่น โรคหัวใจ โรคตับ โรคไต โรคผิวหนัง โรคเอดส์ มีผลทำให้การเจริญเติบโตช้าลง (บังอร ฉางทรัพย์ 2514) การขาดการออกกำลังกาย ทั้งสิ่งแวดล้อม ทั้งสิ่งที่มีชีวิตและสิ่งที่ไม่มีชีวิต ยังหมายรวมถึงระบบและโครงสร้างต่างๆ ที่มนุษย์ได้สร้างขึ้นด้วย เช่น ระบบครอบครัว ระบบสังคม ระบบวัฒนธรรม ยาและสารบางตัวที่มารดาได้รับ โรคติดต่อจากมารดา ล้วนมีผลทำให้เด็กไม่เจริญเติบโต (บังอร ฉางทรัพย์ 2514) ภาวะการนอนไม่หลับหรือหลับไม่สนิท หรือภาวะเครียดด้านจิตใจ ด้านร่างกาย อย่างเรื้อรัง ทำให้การเจริญเติบโตชะงัก (ประสงค์ ศิริวิริยะกุล 2559) ช่วงเวลาทางประวัติศาสตร์ แสดงความแตกต่างระหว่างตระกูลมนุษย์ ด้านภูมิศาสตร์ สภาพอากาศ เส้นละติจูด (Kura 2013) และพื้นที่ใกล้เส้นรุ้ง (Kate Nicoll Baines. et al 2006) ลักษณะทางชาติพันธุ์ (ชุติมา เสริมดวง ประทีป 2556) ฐานะทางเศรษฐกิจที่สูงและการดำเนินชีวิตที่สุขสบายนั้น มีความสัมพันธ์กับความสูงอย่างชัดเจน ส่วนโรคของอวัยวะและความผิดปกติด้านโครโมโซมในวัยเด็ก จะทำให้เกิดความผิดปกติทางเพศรูปร่างคล้ายผู้หญิง (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ 2538) การขาดสารอาหารประเภทเกลือแร่สังกะสี ทำให้การเจริญเติบโตของความเป็นเพศลดลง (ศิริวรรณ จึงขจรเกียรติ 2552) (สิริพันธ์ จุลกังคะ 2545) ซึ่งกระดูกในเพศหญิงจะหยุดเจริญเติบโตเมื่ออายุ 18 ปี ขณะที่เพศชายจะหยุดเจริญเติบโตเมื่ออายุ 20 ปี และพบว่าการประเมินที่ดีที่สุดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของชาติพันธุ์ คือ ความสูงและเพศ จากผล

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจำแนกข้อมูลเพศ ตัวจำแนกที่ดีที่สุดของของโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Logistic regression เป็นกลุ่มกระดูกสันหลังระดับเอว นั่น สอดคล้องกับค่ากล่าวของ บังอร ฉางทรัพย์ ที่ว่า Body กระดูกสันหลังระดับเอวมีขนาดหน้าใหญ่กว่ากระดูกสันหลังระดับอก เนื่องจากเป็นกระดูกสันหลังที่ต้องรับน้ำหนักค่อนข้างมากของร่างกาย (บังอร ฉางทรัพย์ 2514)

2. จากการวิเคราะห์ผลการจำแนกข้อมูลทางเพศโดยโมเดลที่สร้างจากเทคนิคเหมือน ข้อมูลจากขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 โมเดลที่สร้างจากเทคนิค Decision tree ประกอบไปด้วย Regular attribute จำนวน 4 Attribute (จากขนาดสัดส่วนกระดูกทั้งหมด 52 Attribute) เป็นโมเดลที่มีประสิทธิภาพ มากที่สุดในการจำแนกข้อมูลทางเพศค่าความถูกต้อง > 80% (84.50%) และสามารถจำแนกข้อมูล ทางเพศได้ถูกต้องที่สุด แสดงถึงความแตกต่างทางเพศและแสดงความแม่นยำในการจำแนกข้อมูลทาง เพศที่ถูกต้อง > 80% โดยโมเดลดังกล่าวมีตัวจำแนกที่ดีที่สุด เป็นพื้นที่ผิวมากที่สุด แนวระนาบ ด้านหน้าของกระดูกสันหลังระดับอกที่ 11 (Max VBSa\_T11) ที่มีประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูล ทางเพศสูงค่าความถูกต้อง > 80% (82.00%) ซึ่งขนาดสัดส่วนกระดูก MaxVBSa\_T11 ยังเป็นตัว จำแนกที่ดีที่สุดในการจำแนกข้อมูลทางเพศที่สร้างจากเทคนิค Supportive vector machine และ Logistic regression เช่นเดียวกัน เป็นตามค่ากล่าวของ Oscar Miguel-Hurtado et al. ที่ว่า ผลการจำแนกประเภทข้อมูลที่ไม่ได้ขึ้นอยู่กับจำนวนตัวแปร หรือ Attribute ของชุดข้อมูลกระดูก แต่ขึ้นอยู่กับขนาดสัดส่วนกระดูกที่สามารถจำแนกข้อมูลได้ถูกต้องมากที่สุดมากกว่า และเป็นผลมา จากการศึกษาชุดการวัดที่นำเสนอโดย Wei Bin Hou et al., Fatma M.M. Badr El Dine et al., Anke Klein et al., Vasiliki A. Papaioannou et al., Jagmahender Singh Sehrawat et al. ซึ่งเป็น ข้อมูลที่มีประโยชน์ในการนำมาศึกษาวิจัย เนื่องจากวิธีการวัดมีความเรียบง่าย และสามารถทำการวัด ได้ตรงตามต้นแบบของผู้ทำการวิจัยดังกล่าว เนื่องจากมีข้อมูลภาพประกอบที่ดี และคำอธิบายของ ผู้เขียนที่มีการกำหนดจุดอ้างอิงที่ชัดเจน และการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อให้ได้มาของชุดข้อมูลที่ไม่มีความผิดพลาด มีความถูกต้องแม่นยำ ผู้ทำการวัดต้องผ่านการฝึกจากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะ เป็นการเพิ่ม ประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลอีกด้วย ดังเห็นได้จากการเปรียบเทียบกับผลงานของ Fatma M.M. และ Wei Bin Heu ซึ่งมีความใกล้เคียงกัน ซึ่งความแตกต่างของผลลัพธ์นี้สามารถอธิบายได้ด้วย ความแตกต่างของขนาดกลุ่มตัวอย่าง การเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างให้มีจำนวนมากขึ้นในงานวิจัยนี้ ส่งผลให้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความใกล้เคียงกัน และงานวิจัยนี้ใช้เพียงภาพถ่ายทางการแพทย์ (สองมิติ) ที่มีข้อจำกัดในการกำหนดจุดอ้างอิงเพื่อสร้างตัวแปรที่เน้นตำแหน่งที่สามารถมองเห็นได้จริง จากภายนอก ไม่มีการลบข้อมูลใดๆ ของชิ้นส่วนกระดูกภาพที่เห็น จึงเป็นขนาดกระดูกที่แท้จริง

เมื่อเปรียบเทียบผลการจำแนกข้อมูลทางเพศของกระดูกเพียงชิ้นเดียวกันมีค่าความถูกต้องน้อยกว่าผลการจำแนกข้อมูลเพศจากกลุ่มกระดูกชนิดเดียวกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบผลการจำแนกข้อมูลทางเพศระหว่างกลุ่มกระดูกชนิดเดียวกันกับกลุ่มกระดูกที่มีกระดูกต่างชนิดค่าความถูกต้องใกล้เคียงกัน ซึ่งแสดงว่าถ้าสถานที่เกิดเหตุ ถ้าพบวัตถุพยานเป็นกระดูกเพียงชิ้นเดียวสามารถนำมาจำแนกเพศได้ แต่ถ้าพบกลุ่มกระดูกชนิดเดียวกัน หรือกลุ่มกระดูกต่างชนิดปะปนกันผลการจำแนกข้อมูลเพศไม่แตกต่างกัน

ส่วนผลการประมาณค่าข้อมูลทางความสูงโดยโมเดลที่สร้างจากเทคนิคเหมืองข้อมูลจากขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 โมเดลที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด สามารถประมาณค่าข้อมูลทางความสูงได้ดีที่สุดสร้างจากเทคนิค Linear regression สามารถอธิบายผลอย่างเดียวกันการจำแนกข้อมูลเพศ ถ้าใช้กลุ่มกระดูกชนิดเดียวกันมีความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าข้อมูลทางความสูงลดลงจากการใช้ข้อมูลกระดูกเพียงชิ้นเดียวในการทำนาย แต่ถ้าใช้กลุ่มกระดูกต่างชนิดกันมาร่วมกันทำนาย มีผลทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการทำนายลดลงยิ่งขึ้น ดังคำกล่าวของ Kui Zhang et al. ที่ว่า การใช้ตัวแปรหลายตัวให้ความน่าเชื่อถือมากกว่าการใช้เพียงตัวแปรเดียว (Zhang, Chang et al. 2015)

การเปรียบเทียบผลการประมาณค่าข้อมูลทางความสูงของโมเดลที่สร้างจากเทคนิค Linear regression ระหว่างโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS และ Software RapidMiner Studio ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความใกล้เคียงกัน เนื่องจากขั้นตอนการทำ Data Mining (CRISP-DM) พัฒนามาจากบริษัท SPSS, บริษัท DaimierChrysler, บริษัท NCR ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสมการเดียวกัน จึงให้ค่าต่างกันไม่มาก

จากงานวิจัยยังพบว่า การวิเคราะห์ข้อมูลคุณลักษณะทางชีวภาพ (เพศ, ความสูง) ด้วยเทคนิคที่แตกต่างกันทั้งที่ใช้สมการทางคณิตศาสตร์และไม่ใช้สมการทางคณิตศาสตร์ สามารถให้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่แม่นยำน่าเชื่อถือแตกต่างกัน เป็นการยืนยันว่าการวิเคราะห์ข้อมูลควรเปรียบเทียบแต่ละเทคนิคดีกว่าใช้เพียงเทคนิคเดียว เพื่อค้นหาตัวทำนายที่ดีที่สุดมาสนับสนุนผลการวิเคราะห์ข้อมูล

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

#### 1. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยนี้

1.1 การวัดขนาดสัดส่วนกระดูก ต้องกำหนดจุดอ้างอิงที่ชัดเจน ศึกษาจากคำอธิบาย และรูปภาพประกอบจากหลายงานวิจัย เพื่อกำหนดตัวแปรในการวัดที่น่าเชื่อถือ และผ่านการฝึกวิธีการวัดขนาดกระดูกจากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะ เพื่อความแม่นยำตรงในการวัดขนาดสัดส่วนกระดูก เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลอีกด้วย

1.2 การเลือกเทคนิคเหมืองข้อมูลสำหรับการสร้างโมเดลในการทำนายคุณลักษณะทางชีวภาพ ต้องปรึกษาผู้เชี่ยวชาญในการเลือกเทคนิคเหมืองข้อมูล การเลือกใช้ Selection attribute ที่เหมาะสมในแต่ละการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อความถูกต้องของผลการวิเคราะห์

## 2. ข้อเสนอแนะสำหรับนำผลวิจัยไปใช้

2.1 จากผลงานวิจัยที่พบว่า การจำแนกข้อมูลทางเพศจากขนาดสัดส่วนกระดูกเพื่อให้ได้ผลการทำนายที่มีความแม่นยำสูง ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะให้หน่วยงานสำนักงานพิสูจน์หลักฐาน สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ และหน่วยงานที่สนใจ เลือกใช้โมเดลที่สร้างจากเทคนิคเหมืองข้อมูลโดยเฉพาะเทคนิค Decision tree ในกรณีใช้ข้อมูลขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 มาทำการทำนาย

2.2 จากผลงานวิจัยที่พบว่า การประมาณค่าข้อมูลทางความสูง จากขนาดสัดส่วนกระดูกเพื่อให้ได้ผลการทำนายที่มีความแม่นยำสูง ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะให้หน่วยงานสำนักงานพิสูจน์หลักฐาน สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ และหน่วยงานที่สนใจ เลือกใช้โมเดลที่สร้างจากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS โดยเฉพาะสมการ Linear regression ในกรณีใช้ข้อมูลขนาดสัดส่วนกระดูกไหปลาร้า ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-12 ขนาดสัดส่วนกระดูกสันหลังระดับเอวที่ 1-4 มาทำการทำนาย

2.3 จากผลงานวิจัยที่พบว่า การวัดขนาดสัดส่วนกระดูกผ่านภาพถ่ายทางการแพทย์ (2 มิติ) มีข้อจำกัดในการกำหนดตัวแปรบางตำแหน่ง ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะให้หน่วยงานสำนักงานพิสูจน์หลักฐาน สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ และหน่วยงานที่สนใจสามารถวัดขนาดสัดส่วนกระดูกผ่านภาพถ่ายทางการแพทย์ที่มีเทคโนโลยีขั้นสูงขึ้น (CT scan, MRI) ใช้ซอฟต์แวร์ที่สามารถถอดส่วนกระดูก หรือตัดแบ่งกระดูกเป็นส่วนๆ ใช้ประโยชน์จากภาพถ่ายดิจิทัล ในการถอดส่วนกระดูก ตัดแบ่งเป็นส่วนๆ ทำให้มองเห็นกระดูกได้ชัดเจนยิ่งขึ้น สามารถกำหนดจุดอ้างอิงเพื่อสร้างตัวแปรได้จำนวนมากขึ้นด้วย จะมีประโยชน์มากกรณีพบชิ้นส่วนกระดูกเพียงชิ้นเดียว หรือพบกระดูกที่ไม่สมบูรณ์ มีการแตกหัก หรือถูกทำลาย

2.4 สำหรับ Software Rapid Studio ที่ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลในวิจัยครั้งนี้เป็น Open Source Software สำหรับใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูล การทำความสะอาดข้อมูล และการรายงานข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เช่น ตาราง กราฟ เป็นต้น ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย ซึ่ง Software นี้ต้องอาศัยความชำนาญและเชี่ยวชาญในการใช้ Software ดังนั้น หากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะนำไปประยุกต์ใช้ในการงาน จะต้องให้เจ้าหน้าที่ผู้มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการใช้ Software มาให้ความรู้เกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นในการประยุกต์ใช้งานแก่เจ้าหน้าที่

### 3. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

3.1 ควรทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างกระดุกขึ้นเดียวที่เพิ่มจำนวนตัวแปรหลายตัว โดยการกำหนดจุดอ้างอิงกับกลุ่มกระดุกที่มีจำนวนมากแต่วัดเพียงตัวแปรเดียว ทำการวิเคราะห์ข้อมูล เทียบผลมีความมีความใกล้เคียงกันหรือไม่ สำหรับกรณีพบขึ้นส่วนเพียงขึ้นส่วนเดียวหรือขึ้นส่วนไม่สมบูรณ์

3.2 ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้ความหนาแน่นของกระดุก โดยใช้เครื่องวัดมวลกระดุก นำข้อมูลมาใช้ในการทำนายลักษณะทางชีวภาพ ได้แก่ ความสูงและเพศ ผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล ซึ่งยังไม่พบงานวิจัยดังกล่าวในประเทศไทย





## รายการอ้างอิง

- Ahmed, A. A. (2013). "A Study of Correlations within the Dimensions of Lower Limb Parts for Personal Identification in a Sudanese Population." **Journal of Forensic and Legal Medicine** 20(5): 483-488.
- C.V.Hurst, A. Solar and T. W. Fenton (2013). "Personal Identification in Forensic Anthropology." **Encyclopedia of Forensic Sciences**: 68.
- Chittawatanarat, K., S. Pruenglampoo, V. Trakulhoon, W. Ungpinitpong and J. Patumanond (2012). "Height prediction from anthropometric length parameters in Thai people." **Asia Pac J Clin Nutr** 21(3): 347-354.
- Christensen, A. M., N. V. Passalacqua and E. J. Baetelink (2014). "Personal Identification." **Forensic Anthropology**: 379-403.
- Curate, F., A. Albuquerque, I. Ferreira and E. Cunha (2017). "Sex estimation with the total area of the proximal femur: A densitometric approach." **Forensic Science International** 275: 110-116.
- Curate, F., J. Coelho, D. Goncalves, C. Coelho, M. T. Ferreira, D. Navega and E. Cunha (2016). "A method for sex estimation using the proximal femur." **Forensic Sci Int** 266: 579 e571-579 e577.
- Dine, F. M. M. B. E. and M. M. E. Shafei (2015). "Sex determination using anthropometric measurements from multislice computed tomography of the 12th thoracic and the first lumbar vertebrae among adult Egyptians " **Egyptian Journal of Forensic Science**\_5: 82-89.
- Geetha, G. N., Swathi and S. A. Athavale (2015). "Estimation of Stature From Hand and Foot Measurements in a Rare Tribe of Kerala State in India." **J Clin Diagn Res** 9(10): HC01-04.
- Holobinko, A. (2012). "Forensic human identification in the United States and Canada: a review of the law, admissible techniques, and the legal implications of their application in forensic cases." **Forensic Sci Int** 222(1-3): 394 e391-313.



- Hou, W. B., K. L. Cheng, S. Y. Tian, Y. Q. Lu, Y. Y. Han, Y. Lai and Y. Q. Li (2012). "Metric method for sex determination based on the 12th thoracic vertebra in contemporary north-easterners in China." **J Forensic Leg Med** 19(3): 137-143.
- Kate Nicoll Baines. et al (2006). "Anthropometry in Forensic Medicine and Forensic Science Forensic Anthropometry." **The Internet Journal of Forensic Science** 2(1): 1-8.
- Klein, A., K. Nagel, J. Guhrs, C. Poodendaen, K. Puschel, M. M. Morlock and G. Huber (2015). "On the relationship between stature and anthropometric measurements of lumbar vertebrae." **Sci Justice** 55(6): 383-387.
- Králík, M., P. Urbanová and M. Wagenknechtová (2014). "Sex assessment using clavicle measurements: Inter- and Intra-population comparisons." **Forensic Science International\_234**: 181.e181-181.e115.
- Krishna, K. (2006). "Anthropometry in Forensic Medicine and Forensic Science-'Forensic Anthropometry'." **The Internet Journal of Forensic Science** 2(1): 1-8.
- Kura, K. (2013). "Japanese north-south gradient in IQ predicts differences in stature, skin color, income, and homicide rate." **Intelligence** 41(5): 512-516.
- Madden, A. M., T. Tsikoura and D. J. Stott (2012). "The estimation of body height from ulna length in healthy adults from different ethnic groups." **J Hum Nutr Diet** 25(2): 121-128.
- Mane, D. R., A. D. Kale, M. B. Bhai and S. Hallikerimath (2010). "Anthropometric and anthroposcopic analysis of different shapes of faces in group of Indian population: a pilot study." **J Forensic Leg Med** 17(8): 421-425.
- Miguel-Hurtado, O., R. Guest, S. V. Stevenage, G. J. Neil and S. Black (2016). "Comparing Machine Learning Classifiers and Linear/Logistic Regression to Explore the Relationship between Hand Dimensions and Demographic Characteristics." **PLoS One** 11(11): e0165521.
- Navega, D., R. Vicente, D. N. Vieira, A. H. Ross and E. Cunha (2015). "Sex estimation from the tarsal bones in a Portuguese sample: a machine learning approach." **Int J Legal Med** 129(3): 651-659.
- Nihal Ahmad, F. Mohd, I. Farooque and B. C. Shivkumar (2014). "Estimation of height from the long bones of lower limb and foot dimensions in south Indian

- population." **Journal of Evidence Based Medicine and Healthcare** 1(8): 884-892.
- Nor, F. M., N. AbdullahAl, -. M. Mustapa, L. Q. Wen, N. A. Faisal and D. A. A. A. Nazari (2013). "Stature Estimation Based On Lower Limb Dimensions in the Malaysian Population." **Inter national Science Index , Medical and Health Sciences** 7(7): 346-350.
- Ozaslan, A., B. Karadayi, M. O. Kulusayin and A. Kaya (2011). "Stature estimation from bi-acromial and bi-ilicristal measurements." **Romanian Journal of Legal Medicine** 19(3): 171-176.
- Papaioannou, V. A., E. F. Kranioti, P. Joveneaux, D. Nathena and M. Michalodimitrakis (2012). "Sexual dimorphism of the scapula and the clavicle in a contemporary Greek population: applications in forensic identification." **Forensic Sci Int** 217 (1-3): 231 e231-237.
- Paulis, M. G. (2015). "Estimation of stature from handprint dimensions in Egyptian population." **Journal of Forensic and Legal Medicine**\_55-61.
- Rothenbuhler, A., B. Ormieres, G. Kalifa and P. Bougneres (2015). "A pilot study of growth hormone administration in boys with predicted adult short stature and near-ending growth." **Growth Horm IGF Res** 25(2): 96-102.
- Sehrawat, J. S. and P.K.Pathak (2016). "Variability in anatomical features of human clavicle: Its forensic anthropological and clinical significance." **Translational Research in Anatomy**\_5-14.
- Software, A. "Data mining (เหมืองข้อมูล)." Accessed December 20, 2017. Available from <http://autosoft.in.th>
- Tanuj Kanchan. et al (2013). "Personal Identification in Forensic Anthropology." **Encyclopedia of Forensic Sciences** 68-75.
- Traithepchanapai, P., P. Mahakkanukrauh and E. F. Kranioti (2016). "History, research and practice of forensic anthropology in Thailand." **Forensic Sci Int** 261: 167 e161-166.
- Zaher, J. F., N. F. M. El-Ameen and A. E. Seedhom (2011). "Stature estimation using anthropometric measurements from computed tomography of metacarpal

- bones among Egyptian population." **Egyptian Journal of Forensic Sciences** 1(2): 103-108.
- Zhang, K., Y. F. Chang, F. Fan and Z. H. Deng (2015). "Estimation of stature from radiologic anthropometry of the lumbar vertebral dimensions in Chinese." **Leg Med (Tokyo)** 17(6): 483-488.
- กณิก เฉลิมพัทธ์ (2556). "การจำแนกเพศจากภาพถ่ายรังสีทางการแพทย์บริเวณหัวกระดูกต้นขา." วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- กมลทิพย์ หาญผดุงกิจ (2542). **การฟื้นฟูสมรรถภาพเด็กพิการ** กรุงเทพฯ.
- กัญญารัตน์ ยาประเสริฐ (2556). "การกำหนดโดยการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินหาค่าความน่าเชื่อถือในการวัดกระดูกปลายแขนด้านใน (Ulna) และกระดูกหน้าแข้ง (Tibia) ในประชากรไทย." วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- กานดา ใจภักดี (2542). **วิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหว Kinesiology** กรุงเทพฯ, ดวงกลม.
- กิ่งแก้ว ปาจารย์ (2542). **การฟื้นฟูสมรรถภาพเด็กพิการ**. กรุงเทพฯ, โรงพิมพ์กรีนพรินทร์.
- ไกรสิทธิ์ ตันตศิรินทร์. (2531). "ความเตี้ย-ความสูง เกิดขึ้นได้อย่างไร." Accessed December 8, 2017. Available from <https://www.doctor.or.th/article/detail/6641>.
- ข่าวดั่งข้ามเวลา (2558). "ทุ่งมะพร้าวโค้งสังหาร". ออกอากาศทางสถานีโทรทัศน์โมเดิร์นไนน์. 15 มิถุนายน.
- ข่าวดั่งข้ามเวลา (2558). "ธรรมชาติพิโรธ". ออกอากาศทางสถานีโทรทัศน์โมเดิร์นไนน์. 15 มิถุนายน.
- ข่าวดั่งข้ามเวลา (2558). "สี่ซัง...นาวาวิโยค". ออกอากาศทางสถานีโทรทัศน์โมเดิร์นไนน์. 15 มิถุนายน.
- ชุติมา เสริมดวงประทีป (2556). "การจำแนกเพศจากกระดูกหน้าแข้งและกระดูกปลาย แขนในโครงกระดูกของคนไทย". วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ชูศักดิ์ เวชแพศย์ (2538). **สรีรวิทยาของมนุษย์ 2**. กรุงเทพฯ, ศุภนิชการพิมพ์.
- ทาโบล่า(นามแฝง). (2555). "บาหลี่" รำลึก 10 ปี บีมก่อนการร้ายดับนักท่องเที่ยง 202 ศพ." Accessed June 15, 2017. Available from [www.thairath.co.th/content/298030](http://www.thairath.co.th/content/298030).
- ทาโบล่า(นามแฝง). (2558). "ยอดบีมราชประสงค์ ดับ 20 เจ็บ 123 ราย เผยชื่อผู้เสียชีวิต." Accessed June 15, 2017. Available from [www.thairath.co.th/content/519252](http://www.thairath.co.th/content/519252).

- ทาโบล่า(นามแฝง). (2558). "ย้อนรอย 5 เหตุวินาศกรรมช็อกโลก! สंहารหมู่ผู้มีมนุษย." Accessed June 15, 2016. Available from [www.thairath.co.th/content/539457](http://www.thairath.co.th/content/539457).
- นันทา คุณคณะ (2558). "การระบุเพศในประชากรไทยโดยวิเคราะห์จากการวัดกระดูกขากรรไกรล่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- นิภาพร ชนะมาร และคณะ (2551). "การสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ในลำดับเหตุการณ์เชิงกลุ่ม." วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- บังอร ฉางทรัพย์ (2514). **กายวิภาคศาสตร์ 1** กรุงเทพฯ, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปฏิภม พลวิทย์ และคณะ (2553). "การประยุกต์ใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลในการทำนายสภาพการมีปัญหาในการเรียนระดับอุดมศึกษา." วิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก.
- ประสงค์ ศิริวิริยะกุล. (2559). "ความรู้ทางสรีระวิทยาเกี่ยวกับต่อมหมวกไต." Accessed December 8, 2016. Available from <http://biochem.md.chula.ac.th/Data/Endocrine%20for%20upload/physiology%20of%20adre%20gland.pdf>.
- ปรานทิพย์ กิตติวัฒน์ (2553). "การออกแบบและพัฒนาระบบการพยากรณ์ปริมาณวัตถุขี้เพื่อการวางแผนการผลิตของอุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป โดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มของข้อมูลและเทคนิคสมการถดถอยแบบเชิงเส้นพหุคูณ กรณีศึกษา : บริษัท ฟาโซนาฟ จำกัด." วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ปรียานุช มโนธรรม. (2559). "คู่มือปฏิบัติงาน เรื่อง การควบคุมคุณภาพเอกซเรย์ทรวงอก." Accessed April 20, 2017. Available from [https://www.si.mahidol.ac.th/th/department/radiology/km/document/ปรียานุช%20มโนธรรม\\_คู่มือปฏิบัติงาน%20เรื่อง%20การตรวจสอบคุณภาพรังสีทรวงอก%20พ.ศ.2559.pdf](https://www.si.mahidol.ac.th/th/department/radiology/km/document/ปรียานุช%20มโนธรรม_คู่มือปฏิบัติงาน%20เรื่อง%20การตรวจสอบคุณภาพรังสีทรวงอก%20พ.ศ.2559.pdf).
- พนมไพร ไสนะรา (2555). "การศึกษาลักษณะโครงสร้างของกระดูกสันอกในประชากรไทยเพื่อใช้ในการระบุเพศ." วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- พนารัช ปรีดากรณ์. (2558). "อันดับประเทศที่ได้รับผลกระทบจากการก่อการร้ายของประเทศอาเซียน." Accessed June 15, 2016. Available from [www.aseanai.net/ewt\\_news.php?nid=3995&filename=index](http://www.aseanai.net/ewt_news.php?nid=3995&filename=index).

- พรทิพย์ วิจารณ์สุนันท์ (2543). “การพิสูจน์บุคคล (Identification)” นิติเวชศาสตร์การชันสูตรศพ กรุงเทพฯ, บริษัทสำนักพิมพ์วิญญูชน จำกัด.
- พิชิตพล แม่นวงศ์ (2553). การกำหนดเพศโดยการวิเคราะห์จำแนกเพื่อประเมินหาค่าความน่าเชื่อถือในการวัดกระดูกฝ่ามือในประชากรไทย." วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- พิณรัตน์ นุชโพธิ์ และอดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์ (2549). การศึกษาอุบัติเหตุการจราจรทางถนนในประเทศไทย โดยใช้การหาความสัมพันธ์ของ Data mining." วิทยานิพนธ์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์, ภาควิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- มนต์ชัย ซาลาประวรัตน์ (2539). **ตำราอายุรศาสตร์ 1** กรุงเทพฯ, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มาลิสา เอี่ยมศิริ (2554). "การประมาณความสูงของร่างกายจากการวัดกะโหลกศีรษะในประชากรไทย". วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- รัตติกาล กัมสิทธิ์ (2556). "การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนสูงและเพศกับขนาดของโพรงอากาศพรอนทัลไซนัสในประชากรไทย." วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ร่ำแพน พรเทพเกษมศิลป์ (2556). **กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของมนุษย์ Human anatomy and Physiology**. กรุงเทพฯ, สำนักพิมพ์ศิลปาบรรณาคาร.
- รุจิรา ธรรมสมบัติ (2554). ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกใช้แพคเกจอินเทอร์เน็ตมือถือโดยใช้ต้นไม้ตัดสินใจ." โครงการวิจัย วิทยาลัยราชพฤกษ์.
- เลียง หุยประเสริฐ. "บทที่ 4 การพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล (Identification) Accessed June 15, 2017. Available from <http://www.ifm.go.th/ifm-book/ifm-textbook/142-identification.html>.
- วรรณดี คงมีผล (2542). **นิติเวชศาสตร์ 1**.
- ศจีมาจ ณ วิเชียร และภัทราวดี แสงศิริ (2554). การจัดทำเหมืองข้อมูลเพื่อพยากรณ์คะแนนเฉลี่ยของสถานศึกษา จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O-NET) ช่วงชั้นปีที่ 2 (ประถมศึกษาปีที่ 6)." วิจัยต่อยอดระดับบัณฑิตศึกษา คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ศรีสมภพ จิตรภรณ์ศรี และสุภาภรณ์ พันธ์สนาซี. (2558). "ฐานข้อมูล DSID: การวิเคราะห์ข้อมูลเหตุการณ์ ความไม่สงบในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ในรอบปี 2558." Accessed June 25, 2016. Available from [www.deepsouthwatch.org/node/7942](http://www.deepsouthwatch.org/node/7942).



- ศิระ กลัมพะสุด (2555). "การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของปุ่มกระดูกกอกหู (มาสตอยด์โบรเชส)." วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ศิริวรรณ จิงขจรเกียรติ (2552). "การกำหนดเพศโดยการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินค่าความน่าเชื่อถือในการวัดกระดูกสะบ้าในประเทศไทย." วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ศิวัช พงษ์เพียจันทร์. (2558). "อะไรคือเป้าหมายที่แท้จริงของการวางระเบิดที่ราชประสงค์?" Accessed June 15, 2016. Available from [www.manager.co.th/Daily/View News.aspx?NewsID=9580000093705](http://www.manager.co.th/Daily/ViewNews.aspx?NewsID=9580000093705).
- สิริพันธ์ จุลกังคะ (2545). **โภชนศาสตร์เบื้องต้น**. กรุงเทพฯ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุทธิ ศรีบูรพา. (2559). "มาตรฐานการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์." Accessed July 21, 2017. Available from <https://dl.dropboxusercontent.com/u/51957513/ErgoSociety/AnnualSeminar-11Nov2013>.
- อภิรักษ์ ชัดวิลาศ (2544). "การประยุกต์วิธีแก่งพันธุกรรมสำหรับปัญหาการหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด." งานวิจัยคณะวิศวกรรมศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.
- เอกสิทธิ์ พ็ชรวงศ์ศักดิ์ (2560). "The 21<sup>th</sup> course of Practcal Data Mining with RapidMiner Studio 8 : A Basic & Intermediate." เอกสารประกอบการอบรม บริษัท เอเชียดีจิตอล การพิมพ์ จำกัด.



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	น.ท.หญิง ศิขริน อินทโชติ
วัน เดือน ปี เกิด	20 เมษายน 2511
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	1. พยาบาลศาสตรบัณฑิต วิทยาลัยพยาบาลกองทัพเรือ 2. ประกาศนียบัตรการพยาบาลเฉพาะทางสาขาการพยาบาลผู้ป่วยวิกฤต และผู้สูงอายุ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล 3. ประกาศนียบัตรการพยาบาลเฉพาะทาง สาขาบริหารการพยาบาล คณะพยาบาลศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	104/2 หมู่บ้านเอกธานี ต.สัตหีบ อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี 20180

