

การใช้โปรแกรมมิมิกส์สำหรับวัดกะโหลกศีรษะคนไทยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพื่อ ออกแบบเป็นชิ้นส่วนปลูกฝังที่มีขนาดมาตรฐาน

Using of the Program MIMICS for Thai Skulls Study in Northeast Thailand to Design of Standardized Implants

เชมจิต เสนา^{1*}, สุรสิทธิ์ ปิยะศิลป์¹, และ กฤษณ์ไกรพ์ สิทธิเสรีประทีป²

¹ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

โทร. 085-0101808 โทรสาร 043-202849 *อีเมลล์ skhema@kku.ac.th

²ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง ปทุมธานี 12120

โทร. 02-5646500 โทรสาร 02-5646501 อีเมลล์ kriskrs@mtec.or.th

บทคัดย่อ

ในการศึกษานี้เป็นการนำเอากะโหลกศีรษะคนไทยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่ได้จากผู้บริจาคร่างกายไว้ที่โรงพยาบาลศรีนครินทร์ จ.ขอนแก่น จำนวนทั้งสิ้น 100 กะโหลกมาทำการศึกษา โดยวิธีการวัดจะใช้โปรแกรมประมวลผลทางการแพทย์ที่มีชื่อว่ามีมิกส์ นำเอาข้อมูลซึ่งได้จากการทำซีทีสแกน มาสร้างเป็นแบบจำลองสามมิติ ซึ่งจะทำให้การกำหนดจุดต่างๆ บนกะโหลกศีรษะและวัดออกมาเป็นระยะทางแบบสามมิติ รวมทั้งหาตำแหน่งที่สำคัญต่างๆ ออกมา โดยจะเริ่มทำการศึกษาร่วมกันขนาดและดัชนีของกะโหลกคนไทยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ ซึ่งทำการวัดกะโหลกศีรษะคนไทยที่เดียวกัน(รพ.ศรีนครินทร์ จ.ขอนแก่น) แต่ใช้คนละกลุ่มตัวอย่าง และวัดด้วยวิธีการวัดแบบอื่นซึ่งไม่ได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ อีกทั้งเปรียบเทียบผลการวัดกับกะโหลกศีรษะคนไทยในภาคกลาง (รพ.ศิริราช จ.กรุงเทพฯ) ว่ามีความสอดคล้องหรือแตกต่างกันอย่างไร ข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้จะช่วยให้การสรุปมาตรฐานกะโหลกศีรษะคนไทยได้เป็นอย่างดี อีกทั้งเป็นการนำข้อมูลนี้ไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบเป็นชิ้นส่วนปลูกฝังที่มีขนาดมาตรฐานสำหรับรักษาผู้ป่วยที่มีความผิดปกติที่กะโหลกศีรษะ รวมทั้งการออกแบบอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ ที่ใช้กับกะโหลกศีรษะคนไทยในอนาคตต่อไป

Abstract

In this study, 100 dry skulls of Thais donated at the Srinagarind Hospital in Khon Kaen, North-East Thailand were CT scanned and served for the measurement with the medical image processing software MIMICS. The data from CT scanning were

first in MIMICS to 3D model reconstructed and then the landmark points were marked in order to measure 3D distances and relevant indices. Results of this study were compared with former measurements at the same place (Srinagarind Hospital, Khon Kaen) but with the different group of samples and the other measurement method. And also comparison with Thai skulls in the Middle of Thailand (Siriraj hospital, Bangkok) was performed. All results from this study can be a good conclusion for the standard of Thais skulls and used to design standardized skull implants and other instruments or devices related to Thais heads in the future.

1. บทนำ

การศึกษากะโหลกคนไทยทางกายวิภาคศาสตร์เป็นการศึกษา ลักษณะต่างๆของกะโหลกที่ได้จากการวัดและการสังเกตด้วยตาเปล่า เพื่อให้ได้ค่าที่แน่นอนและถูกต้องในการอธิบายเกี่ยวกับรูปร่าง ลักษณะของกะโหลก เช่น ความสูง ความกว้าง ความยาว และลักษณะของกะโหลกอีกหลายประการ อิทธิพลของพันธุกรรมมีผลทำให้เกิดความผันแปรมากมายในร่างกายของมนุษย์ ไม่ใช่จะเป็นการผันแปรระหว่างเชื้อชาติเท่านั้น แม้แต่ในชนชาติเดียวกันก็ยังคงมีลักษณะความผันแปรไปอย่างมาก เพราะฉะนั้นกลุ่มของคนไทยที่อยู่ในแต่ละภูมิภาคของไทย ก็น่าจะมีลักษณะทางมานุษยวิทยากายภาพบางประการที่แตกต่างกันออกไป [1]

ความเข้าใจถึงความแตกต่างของคนแต่ละชนชาติเมื่อพิจารณาจากลักษณะทางมานุษยวิทยาภาพของกะโหลกศีรษะ ไม่เพียงแต่ช่วยในการประเมินคนไข้ก่อนและหลังทำการผ่าตัด แต่ยังช่วยในการ

ออกแบบชิ้นส่วนปลูกฝังให้มีขนาดและรูปร่างที่เหมาะสมกับคนไข้ด้วยในการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการรวบรวมข้อมูลของกะโหลกศีรษะคนไทยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพื่อเป็นฐานข้อมูลในการออกแบบและวางแผนการผลิตชิ้นส่วนปลูกฝังที่มีขนาดมาตรฐานสำหรับการรักษาการบาดเจ็บที่กะโหลกศีรษะของคนไทยโดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติเข้าช่วย ทำให้ชิ้นส่วนปลูกฝังที่ออกแบบมาพอดีและใช้ได้กับคนไข้มากรายที่สุด

ในการวัดกะโหลกศีรษะเริ่มต้นพัฒนามาจากการวัดแบบ 2 มิติ ซึ่งสามารถวัดได้ง่าย แต่มีข้อจำกัดในการวัดโดยไม่สามารถวัดค่ามุม และระยะทางจากจุดอ้างอิงบางจุดได้ เนื่องจากเครื่องมือวัดชนิด Calipers และ Goniometer สัมผัสจุดอ้างอิงไม่ได้ ส่วนการศึกษาด้านวิธีการวัดแบบ 3 มิติในอดีตเริ่มที่ Pearson ได้ชี้ให้เห็นประโยชน์ของวิธีการวัดแบบ 3 มิติ โดยเริ่มพัฒนาวิธีการวัด และบันทึกข้อมูลพิกัด 3 มิติขึ้น [2] จากนั้นก็มีการประดิษฐ์เครื่องมือต่างๆ เพื่อช่วยในการวัด เช่น The Case Western Reserve Craniostat [3], Elaborate apparatus หรือการวัดด้วย Diagraph [4,5,6]

สำหรับคนไทยก็มีการศึกษาของอนุชา นิลประพันธ์ [7] ที่ทำการวิเคราะห์พิกัดสามมิติของกะโหลกคนไทยที่รวบรวมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยการใช้ Diagraph เพราะเป็นเครื่องมือธรรมดาที่มีราคาถูก สามารถวัดได้โดยสะดวก โดยไม่จำเป็นต้องจัดให้กะโหลกอยู่ในตำแหน่งของระนาบมาตรฐาน (Frankfort horizontal plane) อีกทั้งข้อมูลที่ได้มีความน่าเชื่อถือสูง แต่ในการศึกษานี้จะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางการแพทย์ที่ชื่อว่า MIMICS ในการวัด ซึ่งสามารถวัดได้ระยะทางทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติ วัดค่ามุมระหว่างจุดอ้างอิงหรือระหว่างระนาบ 2 ระนาบได้

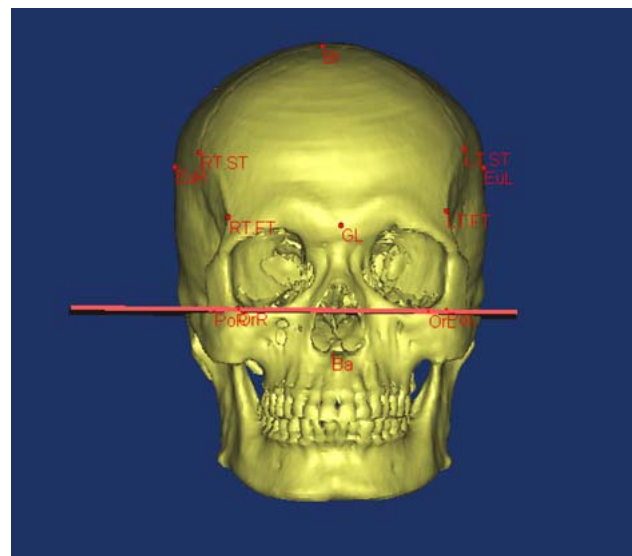
2.วิธีการ

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ไปทำการคัดเลือกกะโหลกศีรษะ (dry skulls) ที่ผู้เสียชีวิตได้รับบาดเจ็บจากโครงการถูกไว้กับทางภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลศรีนครินทร์ จ.ขอนแก่น โดยได้เลือกกลุ่มตัวอย่างเป็นจำนวน 100 ตัวอย่าง ในจำนวนนี้เป็นชาย 55 ตัวอย่าง หญิง 34 ตัวอย่าง ไม่มีข้อมูลจำนวน 11 ตัวอย่าง มีช่วงอายุตั้งแต่ 26 ถึง 81 ปีในขณะที่เสียชีวิต ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่กะโหลกศีรษะหยุดการเจริญเติบโตแล้ว ไปทำการสแกนด้วยเครื่องซีทีสแกนของภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลศรีนครินทร์ จ.ขอนแก่น โดยในการทำซีทีสแกนจะนำกะโหลกศีรษะวางลงบนกล่องอะคริลิกใส่เข้าไปครั้งละ 4-6 กะโหลก โดยใช้เครื่องซีทีสแกนของ Spiral CT scanner ของ SIEMENS ตามภาพที่ 1 และใช้ค่าซีทีสแกนพารามิเตอร์ที่ 120 kV, 0 degree gantry, 512x512 matrix, 1.5 mm section thickness และ reconstruction ที่ 1mm intervals โดยได้ไฟล์ที่ออกมาจากเครื่องซีทีสแกนคือไฟล์ชนิดไดคอม หลังจากนั้นข้อมูลซีทีสแกนของกะโหลกทั้งสี่อันในรูปแบบไดคอมจะถูกนำเข้าไปยังโปรแกรมภาพทางการแพทย์ที่มีชื่อว่ามิมิกส์(Mimics, Materialise N.V., Leuven, Belgium) เพื่อที่จะแยกศึกษาทีละอันโดยใช้เทคนิคความเข้มของภาพ (เฮาส์ฟิลด์ยูนิต) นอกจากนั้นวิธีการทางวิศวกรรมย้อนรอยได้ถูกใช้เพื่อที่จะสร้างคอนทัวร์ของแบบจำลองสามมิติที่เหมาะสม จากนั้นก็จะ

ถูกวัดโดยใช้การกำหนดจุด(Landmarks) และวัดระยะทางแบบการกระจัดสามมิติภายในโปรแกรม โดยตารางที่ 1 แสดงนิยามของจุดอ้างอิง การวัดขนาด และดัชนีต่างๆในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งประกอบด้วย 5 การวัด และ 5 ดัชนี ด้วยกัน และในภาพที่ 2 เป็นภาพที่ได้จากการวัดในโปรแกรม MIMICS ซึ่งจะเห็นจุดอ้างอิงต่างๆ และระนาบ Frankfort horizontal plane ที่ใช้ช่วยในการตั้งกะโหลกให้ตรง



ภาพที่ 1 การนำกะโหลกศีรษะ(Dry Skulls) เข้าเครื่องซีทีสแกน



ภาพที่ 2 การวัดขนาดในโปรแกรม MIMICS

3.ผลการศึกษา

3.1 การวัดเพื่อออกแบบชิ้นส่วนปลูกฝัง

จุดประสงค์หลักของการวัดกะโหลกศีรษะในครั้งนี้ เพื่อช่วยในการออกแบบชิ้นส่วนปลูกฝังที่มีขนาดมาตรฐาน ซึ่งจะเป็นทางเลือกให้ศัลยแพทย์ที่ทำการผ่าตัดรักษาผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของกะโหลกศีรษะ ไม่ว่าจะเป็นเกิดจากอุบัติเหตุ การติดเชื้อ หรือเนื้องอกในสมอง ทำให้ศัลยแพทย์เลือกใช้ชิ้นส่วนปลูกฝังได้สะดวกยิ่งขึ้นโดยไม่ต้องใช้เวลาในการเตรียมตัวก่อนผ่าตัดมากนัก

ผลจากการวัดจุด ขนาด และดัชนี โดยการใช้โปรแกรม MIMICS เป็นไปตามตารางที่ 2 และ 3 โดยตารางที่ 2 จะเป็นการสรุปผลการวัดของตัวอย่างทั้ง 100 ตัวอย่าง ซึ่งมีทั้งค่าต่ำที่สุด สูงที่สุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อีกทั้งค่าช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% จะเห็นว่าค่าช่วงความเชื่อมั่นค่อนข้างแคบ หมายความว่า ตัวอย่างที่นำมาพิจารณาสามารถเป็นตัวแทนของประชากรได้ค่อนข้างดี ส่วนตารางที่ 3 จะพิจารณาแยกเพศเพื่อพิจารณาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยและค่าความ

เบี่ยงเบนมาตรฐานซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการออกแบบชิ้นส่วนปลุกฝังที่มีขนาดมาตรฐานต่อไป

ผลจากการวัดในตารางที่ 3 จะแยกเพศเพื่อให้เห็นข้อแตกต่างอย่างชัดเจน เพราะกะโหลกระหว่างเพศชายและเพศหญิง จะมีความแตกต่างกันทั้งในด้านความจุของปริมาตรกะโหลก ความขรุขระของผิวกะโหลก และปุ่มนูนต่างๆ เช่น สันคิ้ว ปุ่ม Mastoid และ Inion เป็นต้น รวมทั้งขนาด ความกว้าง ความยาว ความสูง ความหนาของกะโหลก และกระดูกขากรรไกรล่างด้วย [7]

ตารางที่ 1 จุด การวัด และดัชนีต่างๆ

Point		Point Definition
Ba	Basion	จุดต่ำสุดที่แนวกลางตัวบนผิวด้านนอกของขอบหน้าของ Foramen magnum
Br	Bregma	จุดซึ่งรอยประสาน Sagittal จรดกับรอยประสาน Coronal
EuL	Euryon Left	จุดที่ทำให้เกิดค่าความกว้างมากที่สุดของกะโหลก(ด้านซ้าย)
EuR	Euryon Right	จุดที่ทำให้เกิดค่าความกว้างมากที่สุดของกะโหลก(ด้านขวา)
GL	Glabella	จุดที่นูนที่สุดบนแนวระหว่าง Supraorbital ในแนวกลางลำตัว
LT.Ft	Frontotemporale Left	จุดบนสันขอบกระดูกขมับ (Temporal crest) ทำให้เกิด minimum frontal breadth (ด้านซ้าย)
LT.St	Staphanion Left	จุดที่รอยประสาน Coronal ตัดกับสัน Temporal (ด้านซ้าย)
OPC	Opisthocranium	จุดที่นูนที่สุดในแนวกลางลำตัวบนกระดูกท้ายทอย ทำให้เกิดความยาวมากที่สุดของกะโหลกโดยวัดจาก Glabella
Rt.Ft	Frontotemporale Right	จุดบนสันขอบกระดูกขมับ (Temporal crest) ทำให้เกิด minimum frontal breadth (ด้านขวา)
Rt.St	Staphanion Right	จุดที่รอยประสาน Coronal ตัดกับสัน Temporal (ด้านขวา)
Measurement		Definition
Max Breadth	EuL - EuR	ความกว้างมากที่สุดของกะโหลก
Max Length	GL - OPC	ความยาวมากที่สุดของกะโหลก
Min Frontal Breadth	Lt.Ft – Rt.Ft	ระยะที่สันที่สุดระหว่างสัน Temporal
Max Frontal Breadth	Lt.St – Rt.St	ระยะที่ยาวที่สุดระหว่างสัน Temporal
Basion-Bregma Height	Ba - Br	ความสูงของกะโหลกโดยวัดจาก Basion ถึง Bregma
Indices		Definition
Cranial index		$\frac{\text{Maximum Breadth} \times 100}{\text{Maximum Length}}$
Length-height index		$\frac{\text{Basion - Bregma height} \times 100}{\text{Maximum Length}}$
Breadth-height index		$\frac{\text{Basion - Bregma height} \times 100}{\text{Maximum Breadth}}$
Transverse frontal index		$\frac{\text{Minimum frontal breadth} \times 100}{\text{Maximum frontal breadth}}$
Transverse fronto-parietal index		$\frac{\text{Minimum frontal breadth} \times 100}{\text{Maximum Breadth}}$

ตารางที่ 2 การวัดขนาดและดัชนีของทั้ง 100 กะโหลก

All Samples n=100					
Measurements	Mean	SD	Max	Min	95% CI
Max.head length	170.06	7.34	191.07	153.03	1.44
Max.head breadth	142.18	5.41	161.00	131.43	1.06
Min. frontal head breadth	92.52	4.25	100.38	82.95	0.83
Max. frontal head breadth	113.42	6.34	130.03	98.83	1.24
Basion-Bregma height	135.13	5.75	151.61	116.87	1.13
Cranial index	83.72	4.04	92.90	74.97	0.79
Length-height index	79.53	3.36	89.06	71.65	0.66
Breadth-Height index	95.10	4.02	106.09	86.82	0.79
Tranverse frontal index	81.70	3.64	90.41	73.91	0.71
Tranverse fronto-parietal index	65.12	2.99	71.81	57.89	0.59

ตารางที่ 3 ข้อมูลที่ใช้ช่วยในการออกแบบชิ้นส่วนปลุกฝังที่มีขนาดมาตรฐาน

Female(n=35)	2 σ (-)	1 σ (-)	Mean	1 σ (+)	2 σ (+)	σ
Max Breadth(EuL-EuR)	129.58	134.82	140.06	145.30	150.54	5.24
Max Height(Ba-Br)	121.71	126.74	131.76	136.78	141.81	5.02
Max Length(GL-OPC)	151.05	158.16	165.26	172.36	179.46	7.10
Male(n=54)						
Max Breadth(EuL-EuR)	133.64	138.79	143.95	149.10	154.25	5.15
Max Height(Ba-Br)	128.13	132.97	137.81	142.65	147.49	4.84
Max Length(GL-OPC)	162.89	168.33	173.76	179.19	184.62	5.43
All Samples(n=100)						
Max Breadth(EuL-EuR)	131.37	136.78	142.18	147.59	153.00	5.41
Max Height(Ba-Br)	123.63	129.38	135.13	140.87	146.62	5.75
Max Length(GL-OPC)	155.38	162.72	170.06	177.39	184.73	7.34

3.2 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการวัดในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างขนาดกะโหลกศีรษะคนไทยที่รวบรวมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และคนไทยภาคกลาง ที่ทำการศึกษาโดยสรใจ แสงวิเชียร [8] โดยศึกษากับกะโหลกศีรษะคนไทยที่บริจาคไว้ที่รพ.ศิริราช มหาวิทยาลัยมหิดล จ.กรุงเทพฯ ได้ผลเปรียบเทียบดังตารางที่ 4 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)ในหลายค่าการวัดและดัชนี ทั้งเพศชายและเพศหญิง

3.3 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการวัดในทีเดียวกันแต่คนละกลุ่มตัวอย่าง

นอกจากการเปรียบเทียบกับการวัดกะโหลกคนไทยในภาคกลางแล้ว ในการศึกษาครั้งนี้ยังได้ทำการเปรียบเทียบผลการศึกษาจากการศึกษาของอนุชา นิลประพันธ์ [7] ซึ่งทำการวัดโดยใช้วิธี 3D Coordinate ที่รพ.ศรีนครินทร์ จังหวัดขอนแก่นที่เดียวกัน แต่

ตัวอย่างที่นำมาศึกษาเป็นตัวอย่างคนละกลุ่มกันกับการศึกษาในครั้งนี้ จากตารางที่ 5 จะเห็นได้ว่าค่าการวัด และดัชนีที่ทำการวัดส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p>0.05$) ทั้งเพศชายและเพศหญิง

3.4 ชิ้นส่วนปลุกฝังที่มีขนาดมาตรฐาน

จากข้อมูลวัดกะโหลกศีรษะทั้ง 100 กะโหลกในครั้งนี้ ทำให้นำมาออกแบบการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้ประกอบกับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (CAD) วิศวกรรมย้อนรอย(Reverse Engineering) ออกแบบชิ้นส่วนปลุกฝังที่มีขนาดมาตรฐานออกมา ซึ่งชิ้นส่วนปลุกฝังนี้อาจมีขนาดเล็ก กลาง ใหญ่ โดยใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้มาคำนวณหาขนาดที่เหมาะสมได้จากตารางที่ 3 ชิ้นส่วนปลุกฝังที่มีขนาดมาตรฐานนี้จะช่วยลดแพทย์ลดระยะเวลาในการวางแผนการผ่าตัดและการเตรียมชิ้นส่วนปลุกฝัง อีกทั้งช่วยให้คนไข้เสียค่าใช้จ่ายในการรักษาลดลง

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบข้อมูลวัดในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

		Siriraj Hospital			Srinagarind Hospital			Sig.
Measurements	Sex	n	Mean	SD	n	Mean	SD	
Max.head length	M	66	175.68	6.83	54	173.76	5.43	NS
	F	35	168.8	7.18	35	165.26	7.10	S
Max.head breadth	M	65	145.82	5.2	54	143.95	5.15	NS
	F	35	144.66	5.59	35	140.06	5.24	S
Min. frontal head breadth	M	66	81.73	5.58	54	93.75	3.95	S
	F	35	77.8	6.27	35	90.80	4.51	S
Max. frontal head breadth	M	65	121.92	6.55	54	114.04	6.27	S
	F	35	119.2	6.33	35	112.94	7.08	S
Basion-Bregma height	M	66	142.09	5.35	54	137.81	4.84	S
	F	35	135.86	5.67	35	131.76	5.02	S
Cranial index	M	65	83.07	4.13	54	82.90	3.56	NS
	F	35	85.84	4.79	35	84.88	4.43	NS
Length-height index	M	66	80.97	3.8	54	79.38	3.69	S
	F	35	80.56	3.56	35	79.80	3.07	NS
Breadth-Height index	M	65	97.52	4.87	54	95.81	3.73	S
	F	35	94.04	5	35	94.16	4.16	NS
Tranverse frontal index	M	65	67.13	5.49	54	82.36	4.04	S
	F	35	65.33	4.82	35	80.51	3.14	S
Tranverse fronto-parietal index	M	65	56.09	3.67	54	65.18	2.87	S
	F	35	53.81	4.1	35	64.87	3.23	S

Sig.: Statistical significance

S: Significant difference at $p < 0.05$, NS: Not significant at $p > 0.05$

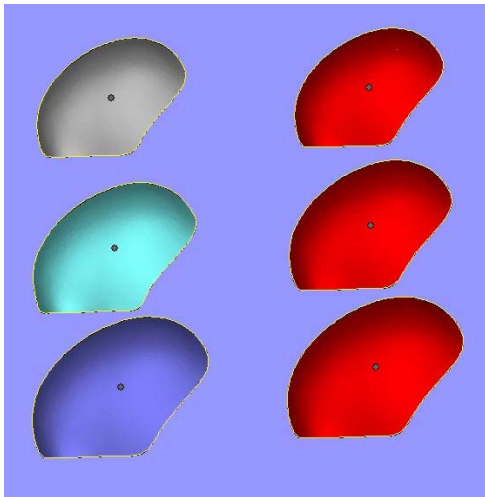
ตารางที่ 5 เปรียบเทียบข้อมูลวัดแบบ 3D Coordinate และวัดด้วยโปรแกรมมิมิกส์ โดยวัดที่แหล่งเดียวกัน

		3D Coordinate			Mimics			Sig.
Measurements	Sex	n	Mean	SD	n	Mean	SD	
Max.head length	M	32	169.16	8.08	54	173.76	5.43	S
	F	22	165.82	5.74	35	165.26	7.10	NS
Max.head breadth	M	31	143.58	6.02	54	143.95	5.15	NS
	F	22	140.56	6	35	140.06	5.24	NS
Min. frontal head breadth	M	32	93.57	4.81	54	93.75	3.95	NS
	F	22	91.97	4.02	35	90.80	4.51	NS
Max. frontal head breadth	M	31	114.56	7.73	54	114.04	6.27	NS
	F	22	111.46	6.41	35	112.94	7.08	NS
Basion-Bregma height	M	32	135.37	6.02	54	137.81	4.84	S
	F	22	131.73	4.6	35	131.76	5.02	NS

Sig.: Statistical significance

S: Significant difference at $p < 0.05$, NS: Not significant at $p > 0.05$

เมื่อเทียบกับการออกแบบชิ้นส่วนปลุกฝังเป็นรายๆไป ภาพที่ 3 เป็นตัวอย่างชิ้นส่วนปลุกฝังที่มีขนาดมาตรฐานที่ออกแบบเพื่อใช้กับแผ่นไททาเนียม PMMA(Polymethyl methacrylate) CFRP(Carbon Fiber Reinforced Plastics) หรือวัสดุทางการแพทย์อื่นๆ ซึ่งต้องศึกษาในขั้นตอนการผลิตและขึ้นรูปต่อไปในอนาคต



ภาพที่ 3 ตัวอย่างชิ้นส่วนปลุกฝังที่มีขนาดมาตรฐาน

4. สรุป

การศึกษาในครั้งนี้ทำให้ได้ผลการวิเคราะห์เชิงสถิติพรรณนาและสถิติเชิงอนุมานของการวัดกะโหลกศีรษะคนไทยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเปรียบเทียบกับการศึกษาก่อนหน้านี้ อีกทั้งเพื่อเป็นการวัดข้อมูลมาตรฐานกะโหลกศีรษะคนไทยเพื่อนำข้อมูลไปออกแบบเป็นชิ้นส่วนปลุกฝังที่มีขนาดมาตรฐานในอนาคต รวมทั้งเป็นการนำเสนอวิธีใหม่ในการวัดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีมิกส์ซึ่งสะดวกและรวดเร็วกว่าวิธีการวัดดั้งเดิม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชากายวิภาคศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ให้ความอนุเคราะห์กะโหลกศีรษะเพื่อใช้ในการศึกษา รวมทั้งภาควิชารังสีวิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในการทำซีทีสแกน และการสนับสนุนอุปกรณ์เครื่องมือและด้านเงินทุนจากศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติทำให้การศึกษาสำเร็จลุล่วง

เอกสารอ้างอิง

1. ยอดชาย บุญประกอบ , 2536, การศึกษาทางมนุษย์วิทยาภาพของกะโหลกคนไทยที่รวบรวมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
2. Pearson, K., 1933. The cranial coordinatograph, the standard planes of the skull, and the value of cartesian geometry to the craniologist with some illustrations of the uses of the new method. Biometrika., 25: 217-253.
3. Todd, T., 1923. Cranial capacity and linear dimensions in Whites and Negroes. Am. J . Phys. Anthropol. 6: 97-194.

รวมบทความวิชาการ เล่มที่ 4 การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 22

4. Mc Henry, H.M., and Corruccini, R.S. 1978. Analysis of the hominoid oscoxae by Cartesian coordinates. Am. J. Phys. Anthropol. 48: 215-226.
5. Baker, R., 1975. A discriminant analysis of Maori and non-Maori innominate bones. M.A. Dissertation, University of Auckland. Benfer, R.A. 1975. Morphometric Analysis of Cartesian Coordinates of the Human Skull.
6. Buranarugsa, M., 1979. A Cartesian Coordinate Analysis of the New Zealand Polynesian Skull. Ph.D. Dissertation in Anatomy, University of Otago.
7. อนุชา นิลประพันธ์, 2539, การวิเคราะห์พิกัดสามมิติของกะโหลกคนไทยที่รวบรวมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น
8. Sangvichien S., 2007. Sex Determination in Thai Skulls by Using Craniometry: Multiple Logistic Regression Analysis. Siriraj Med. J. 59: 216-221.