

การศึกษานำร่องแบบแผนเส้นเลือดดำหลังมือในคู่แฝดสำหรับงานด้านนิติวิทยาศาสตร์

A Pilot Study of Dorsal Hand Vein Patterns of Twins for Forensic Science

วรัญทิญา ธาดา (Waranthiya Thada)* ดร.รัชดาภรณ์ เบนจาววัฒนานนท์ (Dr.Rachadaporn Benchawattananon)**

บทคัดย่อ

ปัจจุบันนี้ได้มีการศึกษาค้นคว้าคิดวิธีการใหม่ๆขึ้นมาเพื่อรับมือกับปัญหาอาชญากรรมนั่นคือวิธี Biometric และการศึกษานี้ก็ได้อาศัยรูปแบบของเส้นเลือดดำบริเวณหลังมือโดยใช้อาสาสมัครที่เป็นคู่แฝดจำนวน 5 คู่ โดยใช้เครื่องมือ Transilluminator vein finder พบว่าสามารถแยกรูปแบบของเส้นเลือดดำฝ่าแฝดทั้งหมดออกเป็น 8 รูปแบบ แบบตาข่าย แบบสะบัด แบบตาข่ายผสมแบบสะบัด แบบตัวเอส แบบเส้นตรง และแบบตัวที่เนวอนอน รูปแบบที่พบมากที่สุดคือแบบตาข่าย พบร้อยละ 91 และแบบที่ไม่พบเลยคือแบบสะบัด แบบตาข่ายผสมแบบสะบัดและแบบตัวเอส โดยพบว่ารูปแบบของเส้นเลือดดำในแฝดแต่ละคนนั้นไม่เหมือนกัน ซึ่งรูปแบบของเส้นเลือดดำสามารถแยกความแตกต่างของคู่แฝดออกจากกัน ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยเพิ่มขนาดกลุ่มตัวอย่างประชากร และใช้ลักษณะอื่นเข้ามาช่วยเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล

ABSTRACT

Nowadays, we discover the new ways to deal with the criminals problems that is the biometric method, This study also investigated the pattern of left ventricular venous thrombosis using 6 pairs of twins Using Transilluminator vein finder. The study found that all twins can be separated into 8 types: Net, Flick, Flick+Net, Flick+Straight, S-line, Straight, T-line, and Crocodile Type The most common form was found a 91% is Net pattern and the Flick, Flick+Net ,S-line pattern was not a found , and found that the pattern of the veins in each twin was not the same. It can be concluded that. The pattern of dorsal hand vein can distinguish the twins from each other. However, because this study is a pilot study and volunteers are small. Correlation between sample data cannot be determined. It should be further studied by increasing the sample size. And other uses to help identify the identity.

คำสำคัญ: ฝ่าแฝด เส้นเลือดดำบริเวณหลังมือ การพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล

Keywords: Biometrics, Dorsal hand vein, Identification

* นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

หลักการและเหตุผล

ปัญหาอาชญากรรมเป็นภัยใกล้ตัวและเป็นปัญหาของสังคมที่ส่งผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตรวมถึงความปลอดภัยทางทรัพย์สิน แนวโน้มการกระทำความผิดโดยอาชญากรรมต่าง ๆ จึงพบได้มากขึ้น ด้วยเหตุผลทางด้านเทคโนโลยีและความก้าวหน้าของเทคโนโลยีการกระทำผิดโดยอาชญากรรมต่าง ๆ จึงพบได้มากขึ้น ด้วยเหตุผลทางด้านเทคโนโลยีและความก้าวหน้าของเทคโนโลยีการกระทำผิดโดยอาชญากรรมต่าง ๆ จึงพบได้มากขึ้น ด้วยเหตุผลทางด้านเทคโนโลยีและความก้าวหน้าของเทคโนโลยีการกระทำผิดโดยอาชญากรรมต่าง ๆ จึงพบได้มากขึ้น

ปัญหาอาชญากรรมเป็นภัยใกล้ตัวและเป็นปัญหาของสังคมที่ส่งผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตรวมถึงความปลอดภัยทางทรัพย์สิน แนวโน้มการกระทำความผิดโดยอาชญากรรมต่าง ๆ จึงพบได้มากขึ้น ด้วยเหตุผลทางด้านเทคโนโลยีและความก้าวหน้าของเทคโนโลยีการกระทำผิดโดยอาชญากรรมต่าง ๆ จึงพบได้มากขึ้น ด้วยเหตุผลทางด้านเทคโนโลยีและความก้าวหน้าของเทคโนโลยีการกระทำผิดโดยอาชญากรรมต่าง ๆ จึงพบได้มากขึ้น

ปัญหาอาชญากรรมเป็นภัยใกล้ตัวและเป็นปัญหาของสังคมที่ส่งผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตรวมถึงความปลอดภัยทางทรัพย์สิน แนวโน้มการกระทำความผิดโดยอาชญากรรมต่าง ๆ จึงพบได้มากขึ้น ด้วยเหตุผลทางด้านเทคโนโลยีและความก้าวหน้าของเทคโนโลยีการกระทำผิดโดยอาชญากรรมต่าง ๆ จึงพบได้มากขึ้น ด้วยเหตุผลทางด้านเทคโนโลยีและความก้าวหน้าของเทคโนโลยีการกระทำผิดโดยอาชญากรรมต่าง ๆ จึงพบได้มากขึ้น

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษารูปแบบเส้นเลือดดำบริเวณหลังมือในผู้เฒ่า

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

ตัวอย่าง

ภาพถ่ายหลังมือด้วยเครื่อง Transilluminator Vein Finder

(จากอาสาสมัคร แผลแท้เพศชายและแผลแท้เพศหญิง จำนวน 12 คน รวม 6 คู่)
เนื่องจากการศึกษารูปแบบเส้นเลือดดำบนหลังมือมีความคล้ายคลึงกับการศึกษารูปแบบลายพิมพ์นิ้วมือ ซึ่งสามารถแยกความแตกต่างบุคคลในครอบครัว พี่น้อง และฝาแฝดได้ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงต้องการทราบว่านอกจากลายพิมพ์นิ้วมือแล้วสามารถใช้รูปแบบของเส้นเลือดดำหลังมือในการแยกฝาแฝดออกจากกันได้หรือไม่

เกณฑ์การคัดเข้า :

- เป็นคนไทย เชื้อชาติไทย
- ไม่เป็นโรคหรือความพิการที่ทำให้มือมีการเปลี่ยนแปลงหรือมือผิดปกติ
- มีอายุระหว่าง 10 – 60 ปี
- ไม่เป็นโรคเกี่ยวกับหลอดเลือดดำอักเสบ, โรคหลอดเลือดดำอุดตัน เป็นต้น

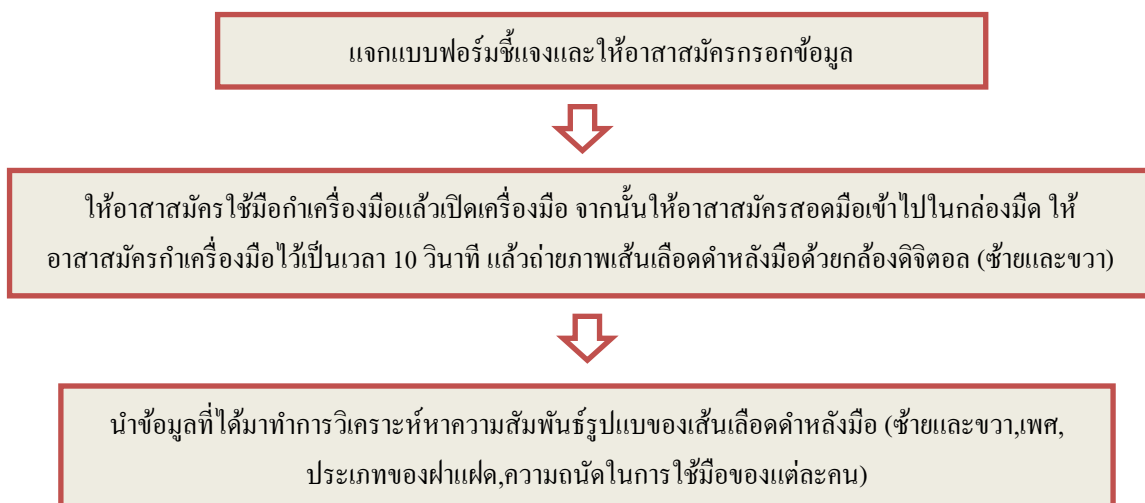
เกณฑ์การคัดออก:

- เป็นโรคที่ทำให้มือเกิดการผิดปกติ (นิ้วมือนิ้วเท้าจำนวนมากหรือน้อยกว่าข้างละ 5 นิ้ว, นิ้วมือนิ้วเท้าติดกัน)
- ได้รับอุบัติเหตุจนต้องได้รับการผ่าตัดหรือศัลยกรรมอันมีผลต่อสรีระของมือ
- ได้รับการรักษาผ่าตัดมือหรือเส้นเลือดที่มือทุกกรณี

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการเก็บตัวอย่างหลังจากได้รับการรับรองโครงการจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (Ethic committee) โดยใช้ตัวอย่างภาพถ่ายเส้นเลือดดำหลังมือจากแผลแท้เพศชายและฝาแฝดแท้เพศหญิง จำนวนรวม 6 คู่ โดยให้อาสาสมัครใช้มือกำเครื่องมือ Transilluminator Vein Finder และทำการเปิดเครื่องเพื่อให้แสงจากเครื่องมือส่องผ่านมือจากนั้นให้อาสาสมัครยื่นมือเข้าไปในกล่องดำที่เตรียมไว้จากนั้นจะปรากฏรูปแบบของเส้นเลือดดำอย่างชัดเจน ให้อาสาสมัครกำเครื่องมือไว้เป็นเวลา 10 วินาที และทำการถ่ายภาพรูปแบบเส้นเลือดดำด้านหลังมือด้วยกล้องดิจิทัล (ถ่ายภาพทั้งมือซ้ายและขวา) จากนั้นนำภาพถ่ายที่ได้มาวิเคราะห์หารูปแบบเส้นเลือดดำหลังมือ

ขั้นตอนการทดลอง

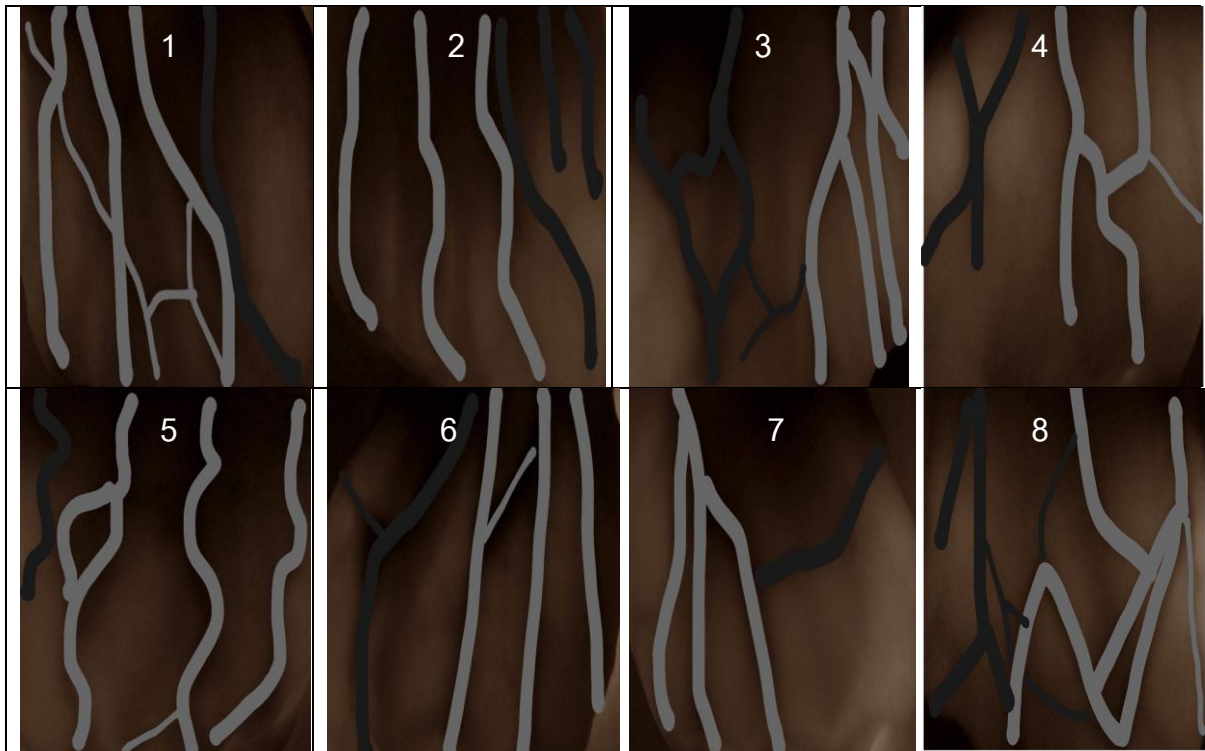


การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาหาค่าทางสถิติด้วยวิธี correlation (SPSS Inc., IL, USA)

ผลการวิจัย

เมื่อนำข้อมูลภาพถ่ายที่ได้มาทำการวิเคราะห์รูปแบบเส้นเลือดดำบริเวณหลังมือจากคู่แฝดแท้ โดยอาศัยการเชื่อมกันของเส้นเลือด Dorsal vein network สามารถแยกรูปแบบเส้นเลือดดำหลังมือของฝาแฝด 6 คู่ จำนวน 12 คน ได้เป็น 8 รูปแบบ ซึ่งมีชื่อรูปแบบดังต่อไปนี้



1 = แบบตาข่าย (Net)

เส้นเลือดดำ Basilic vein และ Cephalic vein จะแตกแขนงออกเป็นเส้นตรง และถูกเชื่อมด้วยเส้นเลือดเล็ก Dorsal venous network ในลักษณะคล้ายกับตาข่าย

2 = แบบสะบัด (Flick)

เส้นเลือดดำ Basilic vein และ Cephalic vein จะแตกแขนงออกในลักษณะสะบัดไปมา

3 = แบบสะบัด+ตาข่าย (Flick+Net)

เส้นเลือดดำ Basilic vein และ Cephalic vein จะแตกแขนงออกในลักษณะสะบัดไปมาอย่างไรทิศทาง และมีการเชื่อมกันด้วยเส้นเลือดเล็ก Dorsal venous network คล้ายกับตาข่าย

4 = แบบสะบัด+เส้นตรง (Flick+Straight)

เส้นเลือดดำ Basilic vein จะแตกแขนงออกในลักษณะที่สะบัดไปสะบัดมา ส่วนเส้นเลือดดำ Cephalic vein จะแตกแขนงเป็นเส้นตรง

5 = แบบโค้งตัวเอส (S-line)

เส้นเลือดดำ Basilic vein และ Cephalic vein จะแตกแขนงในลักษณะที่คล้ายกับตัว S

6 = แบบเส้นตรง (Straight)

เส้นเลือดดำ Basilic vein และ Cephalic vein จะแตกแขนงในลักษณะที่เป็นเส้นตรงและมี

Dorsal venous network เชื่อมระหว่างเส้นเลือดสองเส้นไม่เกิน 3 ตำแหน่ง

7 = แบบตัวทีแนวนอน (T-line)

เส้นเลือดดำ Basilic vein และ Cephalic vein จะแตกแขนงออกในลักษณะเป็นเส้นตรงเอียงเข้า

หากันและกัน และถูกเชื่อมด้วย Dorsal venous network คล้ายตัว T แนวนอน

8 = แบบฟันปลา (Crocodile Type)

เส้นเลือดดำ Cephalic vein จะแตกแขนงออกในลักษณะหยักขึ้นลงคล้ายกับฟันปลา ส่วนเส้น

เลือดดำ Basilic vein จะแตกแขนงออกในลักษณะเส้นตรงเชื่อมกันเป็นตาข่ายขนาดเล็ก

9 = แบบอื่นๆ นอกเหนือจาก 8 ลักษณะที่กล่าวมาข้างต้น

ตารางที่ 1 แสดงรูปแบบเส้นเลือดดำบริเวณหลังมือรวมทั้งเพศชายและเพศหญิงจำนวน 12 คน

No.	Sex	Left	Right	Handed
01	Male	6	6	Left
02	Male	6	1	Right
03	Male	1	8	Right
04	Male	1	1	Right
05	Male	6	6	Right
06	Male	6	1	Right
07	Female	4	8	Right
08	Female	7	4	Right
09	Female	1	7	Right
10	Female	1	1	Right
11	Female	6	1	Right
12	Female	1	1	Left

ตารางที่ 2 แสดงสัดส่วนรูปแบบเส้นเลือดดำหลังมือที่พบ

แบบ	ชาย						แบบ	หญิง					
	ซ้าย (คน)	%	ขวา (คน)	%	รวม (ซ้าย ขวา)	%		ซ้าย (คน)	%	ขวา (คน)	%	รวม (ซ้าย ขวา)	%
1	2	40	3	60	5	100	1	3	50	3	50	6	100
% รวม	33.3		50		83.3		% รวม	50		50		100	
2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
% รวม	0		0		0		% รวม	0		0		0	
3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
% รวม	0		0		0		% รวม	0		0		0	
4	0	0	0	0	0	0	4	1	50	1	50	2	100
% รวม	0		0		0		% รวม	16.6		16.6		33.3	
5	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
% รวม	0		0		0		% รวม	0		0		0	
6	4	66.7	2	33.3	6	100	6	1	100	0	0	1	100
% รวม	66.7		33.3		100		% รวม	16.6		0		16.6	
7	0	0	0	0	0	100	7	1	50	1	50	2	100
% รวม	0		0		100		% รวม	16.6		16.6		33.3	
8	0	0	1	0	1	100	8	0	0	1	0	1	100
% รวม	0		16.6		16.6		% รวม	0		16.6		16.6	
รวม	6		6		12		รวม	6		6		12	
ทั้งหมด							ทั้งหมด						
%รวม	50		50		100		%รวม	50		50		100	
ทั้งหมด							ทั้งหมด						

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาข้างต้นผู้ศึกษาได้นำารูปแบบการวิเคราะห์รูปแบบเส้นเลือดดำหลังมือมาทำการเปรียบเทียบโดยอ้างอิงหลักการจับคู่รูปแบบและกำหนดชื่อให้แต่ละรูปแบบเช่นเดียวกับการศึกษาข้อมือของกาลตันซึ่งการศึกษาครั้งนี้ใช้เอกลักษณ์ทางกายภาพของร่างกายในการศึกษา คือโครงข่ายหลอดเลือดดำหลังมือ โครงข่ายเส้นเลือดดำที่สานกันโดยหลอดเลือดดำบริเวณมือนั้นประกอบด้วยเส้นเลือดดำหลักสองเส้นคือ Cephalic vein และ Basilic vein โดย Cephalic vein เป็นหลอดเลือดดำที่อยู่บริเวณด้านข้างของมือฝั่งนิ้วหัวแม่มือ ส่วน Basilic vein เป็นเส้นเลือดดำที่อยู่ช่วงกลางของบริเวณหลังมือ โดยการศึกษาครั้งนี้จะพิจารณาจากรูปแบบแขนงเส้นเลือดดำที่แตกแขนงออกจากส่วนของ Basilic vein หรือที่เรียกว่า Dorsal venous network ซึ่งโครงข่ายเหล่านี้ล้วนถูกสร้างขึ้นมาจากหลอดเลือดดำ

ฝอยบริเวณนิ้วมือ เรียกว่า Dorsal digital veins โดย หลอดเลือดดำจะมียู่อื่นขึ้นต้นใต้ผิวหนังแตกต่างจากหลอดเลือดแดงที่อยู่บริเวณในผิวหนังชั้นลึกเพื่อป้องกันการสูญเสียออกซิเจนในระหว่างการขนส่งเลือดไปสู่อวัยวะต่างๆทั่วร่างกาย หลอดเลือดดำฝอยเริ่มสร้างโครงข่ายขึ้นมาเป็นร่างแห ก่อนจะพัฒนาเป็นเส้นเลือดดำขนาดใหญ่ โดยเส้นเลือดในแต่ละบุคคลจะมีรูปแบบการเชื่อมโยงกันของแนวเส้นเลือดที่แตกต่างกัน เนื่องจากการกำหนดแนวเส้นเลือดของหลอดเลือดดำมีลักษณะที่เหมือนในหลอดเลือดแดง คือการไหลของเลือดจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่กำหนดแนวทางของหลอดเลือด ซึ่งใช้หลักการที่ว่าจะต้องเป็นเส้นทางที่สั้นและขนส่งเลือดได้มากที่สุด ดังนั้นจึงพบว่าในแต่ละบุคคลจะมีรูปแบบเส้นเลือดที่แตกต่างกันและจะยังคงแบบแผนเดิมไว้ตั้งแต่หลังปฏิสนธิ 2 สัปดาห์ในครรภ์และพัฒนาจนเจริญเติบโตเต็มวัย

การศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ของ Lingyu Wang, 2008. ในชื่องานวิจัยเรื่อง Minutiae feature analysis for infrared hand vein pattern biometrics ที่ใช้อินฟราเรดในการศึกษารูปแบบของเส้นเลือดดำหลังมือโดยศึกษาการแตกแขนงของเส้นเลือดว่ามีการแตกแขนงออกเป็นกี่จุด ทำให้สามารถแยกความแตกต่างของบุคคลได้โดยอาศัยการนับจุดที่แตกออกของเส้นเลือดได้

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษารูปแบบเส้นเลือดดำบริเวณหลังมือของกลุ่มประชากรตัวอย่างทั้งมือซ้ายและมือขวาพบว่า **รูปแบบที่พบมากที่สุด** คือ แบบที่ 1 (แบบตาข่าย) พบ 91.6% รองลงมาคือแบบที่ 6 (แบบเส้นตรง) พบ 58.2% ส่วนแบบที่ 4 (แบบสะบัด+เส้นตรง), 7 (แบบตัวทีแนวนอน) และ 8 (แบบพื้นปลา) พบแบบละ 16.6 % แบบที่ 2 (แบบสะบัด) , 3 (แบบสะบัด+ตาข่าย) และ 5 (แบบโค้งตัวเอส) ไม่พบเลย

มือซ้าย รูปแบบที่พบมากที่สุดคือแบบที่ 1 (แบบตาข่าย) พบ 41.6% แบบที่ 6 (แบบเส้นตรง) พบอย่างละ 41.6%

มือขวา รูปแบบที่พบมากที่สุด คือ แบบที่ 1 (แบบตาข่าย) พบ 50% รองลงมาคือแบบที่ 6 (แบบเส้นตรง) พบ 16.6%

อันดับ 1

พบมากที่สุดเพศชายคือแบบที่ 6 แบบเส้นตรง (ชาย=6) ซึ่งในเพศชาย มือซ้าย 66.7% และมือขวา 33.3%

พบมากที่สุดเพศหญิง คือแบบที่ 1 แบบตาข่าย (หญิง=6) ซึ่งในเพศหญิง มือซ้าย 50% และมือขวา 50%

อันดับ 2

เพศชาย แบบที่ 1 คือ แบบตาข่าย พบรองลงมา พบในเพศชาย (ชาย=5) ซึ่งในเพศชาย มือซ้าย 33.3% และมือขวา 50%

เพศหญิง แบบที่ 4, 7 คือ แบบแบบสะบัด+เส้นตรงและแบบตัวทีนอน พบในเพศหญิง (หญิง=แบบละ2) ซึ่งในเพศหญิง มือซ้าย 16.6% และมือขวา 16.6%

อันดับ 3

แบบที่ 8 คือ แบบพื้นปลา พบในทั้งเพศชายและเพศหญิง(ชาย=1, หญิง=1) ซึ่งแบ่งเป็นในเพศชาย

มือซ้าย 0% และมือขวา 16.6% และเพศหญิง มือซ้าย 0% มือขวา 16.6% และ แบบที่ 6 แบบเส้นตรง

พบในเพศหญิง มือซ้าย 16.6% มือขวา 0% (หญิง=1)

อันดับ 4

แบบที่ 4, 7 คือ แบบแบบสะบัด+เส้นตรง และแบบตัวทีนอน ไม่พบในเพศชาย

อันดับที่ 5

ไม่พบลักษณะเส้นเลือด แบบที่ 2 แบบเส้นสะบัด (Flick) แบบที่ 3 แบบสะบัด + แบบตาข่าย (Flick+Net) และ แบบที่ 5

แบบโค้งตัวเอส (S-line) ทั้งในเพศชายและเพศหญิง

พบว่าในกลุ่มผู้ผลทั้ง 6 คู่

ฝ่าแฝดเพศชาย จำนวน 3 คู่ พบมีความเชื่อมโยงที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือ มีมือข้างหนึ่งที่มีรูปแบบเส้นเลือดดำหลังมือที่เหมือนกันและข้างหนึ่งที่มีลักษณะรูปแบบเส้นเลือดดำหลังมือที่ต่างกัน โดยในข้างที่แตกต่างกันนั้นจะมีหนึ่งคนที่มีลักษณะมือทั้งสองข้างที่มีรูปแบบเส้นเลือดดำหลังมือที่เหมือนกันทั้งมือข้างซ้ายและข้างขวา

ฝ่าแฝดเพศหญิง จำนวน 3 คู่ พบมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงของมือข้างใดข้างหนึ่งที่มีลักษณะรูปแบบเดียวกันของเส้นเลือดดำหลังมือกับคู่แฝด (พบจำนวน 1 คู่) และพบว่า มีลักษณะที่คล้ายคลึงกับฝ่าแฝดเพศชายคือ มีมือข้างหนึ่งที่มีรูปแบบเส้นเลือดดำหลังมือที่เหมือนกันและข้างหนึ่งที่มีลักษณะรูปแบบเส้นเลือดดำหลังมือที่ต่างกัน โดยในข้างที่แตกต่างกันนั้นจะมีหนึ่งคนที่มีลักษณะมือทั้งสองข้างที่มีรูปแบบเส้นเลือดดำหลังมือที่เหมือนกันทั้งมือข้างซ้ายและข้างขวา (พบจำนวน 2 คู่)

ดังนั้น ความถนัดของมือในแต่ละบุคคลของกลุ่มประชากรคู่แฝดนั้น ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบเส้นเลือดดำหลังมือ และในคู่แฝดทุกคู่จะมีมือหนึ่งข้างที่แสดงออกถึงลักษณะเส้นเลือดดำหลังมือที่มีความสัมพันธ์กันของคู่แฝดโดยมีรูปแบบเดียวกัน แต่มีมืออีกข้างที่ลักษณะเส้นเลือดดำหลังมือแสดงออกให้เห็นความแตกต่างในคู่แฝด ซึ่งเป็นไปได้ว่าเราสามารถแยกฝ่าแฝดโดยใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าวมาเชื่อมโยงกัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลเพิ่มเติมและสนับสนุนการหาพยานหลักฐานด้านอื่นๆ ได้

เนื่องจากการศึกษานี้เป็นการศึกษานำร่องไม่สามารถหาค่า Correlation ระหว่างตัวอย่างข้อมูลได้เนื่องจากมีปริมาณกลุ่มประชากรตัวอย่างจำนวนน้อยจึงควรทำการศึกษาเพิ่มเติมโดยเพิ่มขนาดกลุ่มประชากรตัวอย่าง และใช้ลักษณะอื่นประกอบ เช่น จุด minutia ของการแตกแขนงนิ้วมือเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบในการใช้แยกหรือหาความสัมพันธ์ประชากรจากข้อมูลกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวออกจากกันและเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Circulatory, http://www.ipecp.ac.th/ipecp/cgi-binn/Circulatory/program/unit1/p3_1.html
- Cross J.M., Smith C.L. Thermographic imaging of subcutaneous vascular network of the back of the hand for biometric identification, in: Proceedings of IEEE 29th International Carnahan Conference on Security Technology. Sanderstead, Surrey, UK : October, 1995.
- Ding Y, Zhuang D, Wang K. "A Study of Hand Vein Recognition Method", The IEEE International Conference on Mechatronics & Automation Niagara Falls, Canada: July, 2005.
- Dubuisson MP, Jain AK. A modified Hausdorff distance for object matching, in: Proceedings of the 12th International Conference on Pattern Recognition, Jerusalem, Israel , pp. 566–568 : 1994.
- Fujitsu-Laboratories-Ltd. Fujitsu Laboratories Develops Technology For World's First Contactless Palm Vein Pattern Biometric Authentication System. Available from: <http://pr.fujitsu.com/en/news/2003/03/31.html>. (2003, March)
- Gao Y, Leung MKH. Line segment Hausdorff distance on face matching, Pattern Recognition 35 361–371:2002.
- Guo Z, Hall RW. Fast fully parallel thinning algorithms, Comput. Vision Graphics Image Process Image understanding 55 317–328: 1992.
- Halici U, Jain LC, Erol A. An introduction to fingerprint recognition, in: L.C. Jain, U. Halici, I. Hayashi, S.B. Lee, S. Tsutsui (Eds.), Intelligent Biometric Techniques in Fingerprint and Face Recognition, CRC Press, Boca Raton, FL, , pp. 3–34:1999.

- Hawkes PL, Clayden DO. Vein check research for automatic identification of people, in: Presented at the Hand and Fingerprint Seminar at NPL: September, 1993.
- <http://biology.about.com/od/anatomy/ss/vein.htm> (2014, Jan31).
- <http://courses.washington.edu/conj/heart/arterioles.htm> (2014, Jan30).
- <http://www.augustatech.edu/anatomy/chapter%2020.htm> (2014, Jan30).
- <http://www.imrser.org/PDF/Kangarlu.Concepts.Mag%20Res.pdf> : 2013, July18
- Hong L, Wan Y, Jain A. Fingerprint image enhancement: algorithm and performance evaluation, *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.* 20(8) 777–789. : 1998.
- Im S.-K, Park H.-M, Kim S.-W, Chung C.-K, Choi H.-S. Improved vein pattern extracting algorithm and its implementation, in: Digest of Technical Papers of International Conference on Consumer Electronics : June, 2000.
- Jain A, Bolle RM, Pankanti S, *Biometrics: Personal Identification in Networked Society*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 1999
- Jain AK, Hong L, Pankanti S, Bolle R. An identity-authentication system using fingerprints, *Proc. IEEE* 85 (9) 1365–1388:1997.
- Kangarlu A, Robitaille P. Biological effects and health implications in Magnetic resonance imaging. *Concepts in magnetic resonance.* 12, 321-359: 2000.
- Lin C.-L, Fan K.-C, Biometric verification using thermal images of palm-dorsa vein patterns, *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.* 14(2) 199–213:2004.
- MacGregor P, Welford R. Vein check: imaging for security and personnel identification, *Adv. Imaging* 6 (7) 52–56 :1991.
- Magnetic resonance imaging http://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic_resonance_imaging [2013, July18].
- Magnetic resonance imaging: Health effects and safety <http://www.who.int/peh-emf/meetings/archive/en/paper04ng.pdf> [2013, July18].
- Miura N, Nagasaka A, Miyatake T. Feature extraction of finger-vein patterns based on repeated line tracking and its application to personal identification, *Mach. Vision Appl.* 15 194–203 : 2004.
- “Palm Vein Authentication Technology” white paper, Bioguard, Innovative Biometric Solutions, March, : 2007.
- Ruchlidge WJ. Efficiently locating objects using Hausdorff distance, *Int. J. Comput. Vision* 24 251–270. : 1997.
- Shahin M, Badawi A, Kamel M. ”Biometric Authentication Using Fast Correlation of Near Infrared Hand Vein Patterns”, *International Journal of Biological and Medical Sciences*, vol 2, No.1, , pp. 141-148.: winter 2007
- Wang L, Leedham CG. A thermal vein pattern verification system, in: S. Sameer, S. Maneesha, A. Chid, P. Petra (Eds.), *Pattern Recognition and Image Analysis, Lecture Notes in Computer Science*, vol. 3687, Springer , pp. 58–65 : 2005
- Wang L, Leedham CG. (Near- and far-infrared imaging for vein pattern biometrics, in: *Proceedings of IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance*, Sydney, Australia, November, p. 52. : 2006



Watanabe M. Toshio Endoh, Morito Shiohara, and Shigeru Sasaki, "Palm vein authentication technology and its applications", The Biometric Consortium Conference, USA, pp. 1-2 : September 19-21, 2005.

Zhao S, Wang Y, Wang Y. "Extracting Hand Vein Patterns from Low-Quality Images: A New Biometric Technique Using Low-Cost Devices", Fourth International Conference on Image and Graphics: 2007.