The effectiveness of strong afterglow phosphor powder in the detection of fingermarks

ประสิทธิภาพของผงเรืองแสงหลังจากการกระจายแสงในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝง

จัดทำโดย

นางสาวสุภาพร ยิ่งยง รหัสประจำตัว 52312343

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ดร. พัลลภ คันธิยงค์

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา 510701 สัมมนาสำหรับนิติวิทยาศาสตร์ 1

ภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2553

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

คำนำ

วัตถุพยานในสถานที่เกิดเหตุนั้นถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญที่ใช้ในการบ่งชี้ตัวผู้กระทำความผิดได้ และพยานหลักฐานที่พบได้บ่อย คือ รอยลายนิ้วมือแฝง ซึ่งเกิดจากที่ผู้กระทำความผิดไปสัมผัสกับวัสดุชนิดต่างๆในที่เกิดเหตุ ดังนั้นจึงต้องมีวิธีการที่เหมาะสมในการเก็บลายนิ้วมือแฝงที่พบบนพื้นผิวของวัสดุชนิดต่างๆเพื่อให้ได้ลายนิ้วมือที่อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ มีความชัดเจนต่อเนื่องของลายเส้น สามารถนำไปใช้การตรวจเปรียบเทียบเพื่อยืนยันตัวบุคคลได้

รายงานฉบับนี้เป็นการนำเสนอวิธีการที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิววัสดุที่ไม่มีรูพรุน กึ่งพรุนและมีรูพรุน และบนวัสดุที่รมควันด้วยไซยาโนอะคริเลตแล้ว โดยผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้อ่านได้เป็นอย่างดี เพื่อนำไปพัฒนาวิธีการเก็บรอยลายนิ้วมือให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ผู้จัดทำ

สุภาพร ยิ่งยง

1 กันยายน 2553

The effectiveness of strong afterglow phosphor powder in the detection of fingermarks

Abstract

There are numerous types of fluorescent fingermark powders or reagents used with the visualization of latent fingermarks deposited on multicolored substrate surfaces that can present a contrast problem if developed with regular fingermark powders. The developed fingermark can show bright fluorescence upon exposure to laser, ultraviolet light and other light sources. These kinds of methods share a common concern, where surfaces and other substrates may fluoresce also. To overcome this concern, (Li Liu) have developed a phosphor powder which offers a strong afterglow effect which aid in the establishment of better fingermark detection. With the advent of a phosphor powder no special devices are required and the results obtained from fresh or a few days aged latent fingermark left on: non-porous; semi-porous and also on some porous surfaces have been good. The strong afterglow effect offered by phosphor powder is also applicable for cyanoacrylate fumed fingermarks. Lift off and photography procedures of the developed fingermarks are incorporated in this paper.

Keywords: Afterglow; Phosphor; Fingermarks; Detection

ประสิทธิภาพของผงเรืองแสงหลังจากการกระจายแสงในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝง

บทคัดย่อ

สารเคมีหรือผงเรืองแสงหลายชนิดที่ใช้ในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่ถูกประทับบนพื้นผิววัสดุหลากสีที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบันอาจทำให้เกิดปัญหาได้ถ้าใช้กับผงตรวจรอยลายนิ้วมือปรกติ รอยนิ้วมือที่ปรากฏขึ้นสามารถเรืองแสงสว่างได้เมื่อสัมผัสกับเลเซอร์ แสงอัลตร้าไวโอเลต และแหล่งผลิตแสงอื่น วิธีเหล่านี้มีปัญหาคือพื้นผิวและวัสดุอื่นอาจเรืองแสงเหมือนกัน เพื่อแก้ปัญหานี้ผู้วิจัยได้พัฒนาผงเรืองแสงที่ให้ผลเรืองแสงดีสามารถช่วยในการตรวจหารอยนิ้วมือได้ดียิ่งขึ้น ผงเรืองแสงไม่ต้องอาศัยเครื่องมืออะไรเพิ่มเติมและผลลัพธ์ที่ได้จากรอยนิ้วมือแฝงที่ถูกประทับอยู่บนพื้นผิว 2-3 วันที่เหลืออยู่บนพื้นผิวที่ ไม่มีรูพรุน กึ่งพรุน และพื้นผิวที่มีรูพรุนบ้างถือว่าให้ผลเรืองแสงดี หลังจากนั้นผงเรืองแสงยังสามารถใช้สำหรับรอยลายนิ้วมือที่ถูกรมควันด้วยไซยาโนอะคริเลต ซึ่งกระบวนการนำรอยออกและการถ่ายรูปของรอยนิ้วมือรวมอยู่ในการศึกษานี้ด้วย

Keywords: Afterglow; Phosphor; Fingermarks; Detection

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

บทคัดย่อภาษาไทย

บทที่ 1 บทนำ

ความเป็นมาและที่มาของปัญหา 1

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประวัติลายนิ้วมือ 2

ความเป็นมาของลายนิ้วมือในประเทศไทย 4

พันธุศาสตร์ของลายนิ้วมือ 5

นิติวิทยาศาสตร์กับลายนิ้วมือ 8

ลักษณะของลายเส้นในลายนิ้วมือ 9

ลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุ 16

วิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือ 17

แสงและการมองเห็น 22

สมบัติของสารเรืองแสง 23

บทที่ 3 วิธีการทดลอง

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง 24

บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล

ผลการทดลองและอภิปรายผล 26

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง 32

ข้อเสนอแนะ 32

ภาคผนวก

- Journal

The effectiveness of strong afterglow phosphor powder in the detection of fingermarks

- Power point

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและที่มาของปัญหา

เนื่องจากปัจจุบันพยานหลักฐานที่พบในที่เกิดเหตุมีความสำคัญต่องานด้านนิติวิทยาศาสตร์เป็นอย่างยิ่ง ในการที่จะใช้เพื่อพิสูจน์ความจริง การเชื่อมโยงเหตุการณ์ และคลี่คลายคดีต่างๆที่เกิดขึ้น ผู้กระทำความผิดมักจะทิ้งร่องรอยไว้ในที่เกิดเหตุ เช่น เส้นผม หยดเลือด คราบอสุจิ เป็นต้น และพยานหลักฐานที่สำคัญที่ผู้กระทำความผิดมักจะทิ้งร่องรอยไว้นั่นก็คือ ลายนิ้วมือ ในบางครั้งผู้กระทำความผิดและบุคคลทั่วไปอาจจะมองข้ามรอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวของวัสดุชนิดต่างๆ ซึ่งรอยลายนิ้วมือแฝงสามารถนำมาใช้เป็นหลักฐานในการพิจารณาคดีความในชั้นศาลได้ เนื่องจากลายนิ้วมือของคนทั้งโลกจะไม่เหมือนกัน และไม่สืบทอดไปยังลูกหลาน ลักษณะของลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุมี 2 ประเภท คือ ลายนิ้วมือที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (visible fingerprint) และลายนิ้วมือที่มองไม่เห็นหรือเห็นได้ยากด้วยตาเปล่า (latent fingerprint) ซึ่งส่วนมากจะเป็นรอยลายนิ้วมือที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ดังนั้นจึงต้องเลือกวิธีการเก็บรอยลายนิ้วมือให้เหมาะสมกับวัตถุพยานแต่ละประเภท เพื่อให้ได้รอยลายนิ้วมือที่ชัดเจนและง่ายต่อการตรวจพิสูจน์เปรียบเทียบ ในการเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงอาจจะต้องใช้วิธีในการเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงมากกว่าหนึ่งวิธี ขึ้นอยู่กับลักษณะพื้นผิวของวัตถุพยานนั้นๆ วิธีการเก็บลายนิ้วมือนั้นมีด้วยกันหลายวิธี ซึ่งปัจจุบันได้มีการพัฒนาในหลายรูปแบบ ได้แก่ วิธีแห้ง(ผงฝุ่น) วิธีเปียก(วิธีทางเคมี) การใช้แสงเลเซอร์และเครื่องโพลีไลท์ (วิธีการทางฟิสิกส์) วิธีก๊าซ วิธีลอกลายนิ้วมือ วิธีการถ่ายภาพ เป็นต้น ถ้าไม่มีเทคนิคหรือวิธีการที่ดีและเหมาะสมในการเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงอาจจะทำให้รอยลายนิ้วมือเสียหายทำให้สูญเสียพยานหลักฐานที่มีค่าไป ซึ่งรอยลายนิ้วแฝงที่พบในที่เกิดเหตุนั้น จะพบบนพื้นผิวที่หลายรูปแบบ เช่น บนพื้นผิวของวัสดุที่หลากสี, วัสดุที่ไม่มีรูพรุน กึ่งพรุน และไม่มีรูพรุน ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาวิธีการเก็บรอยลายนิ้วมือให้เหมาะกับแต่ละพื้นผิว เพื่อให้สามารถเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงได้อย่างมีประสิทธิภาพสามารถกำจัดสีที่ไม่ต้องการบนพื้นผิววัสดุได้ และบนวัสดุที่มีพื้นผิวที่ตรวจลายนิ้วมือแฝงได้ยากและรอยลายนิ้วมือที่ประทับไว้นานให้สามารถตรวจเก็บได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการทำงานวิจัยเรื่องประสิทธิภาพของผงเรืองแสงหลังจากการกระจายแสงในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงเพื่อใช้เป็นแนวทางในการเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงเพื่อให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประวัติลายนิ้วมือ

มนุษย์รู้ถึงความแตกต่างของลายนิ้วมือของแต่ละบุคคลมานานแล้ว ในสมัยก่อนประวัติศาสตร์พบลายนิ้วมือของชาวสเปน ภาพเขียนลายนิ้วมือในถ้ำของฝรั่งเศส ชาวบาบิโลเนียนได้มีการกดลายนิ้วมือตามก้อนดินเหนียวเพื่อป้องกันการปลอมแปลง เป็นต้น ในภาคพื้นเอเชีย พบว่าในประเทศจีน ประเทศญี่ปุ่น มีการใช้ลายนิ้วมือเป็นตราประทับ มีการกดนิ้วมือประกอบการเซ็นกันมาหลายศตวรรษแล้ว ทั้งมีบันทึกในประเทศจีนว่าเมื่อศตวรรษที่ 12 ได้มีการตัดสินคดีฆาตกรรมโดยพิสูจน์ลายนิ้วมือเปื้อนเลือด ในศิลปะบ้านเชียงของไทยกล่าวกันว่าลวดลายบนภาชนะต่างๆก็นำแบบมาจากลายนิ้วมือนั่นเอง

ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1684 มาแล้วที่มีบันทึกว่ามีทั้งนายแพทย์ นักกายวิภาค นักวิทยาศาสตร์ นักสรีระวิทยา ได้ศึกษาค้นคว้าและตีพิมพ์บทความเรื่องลายนิ้วมือต่อเนื่องกันมาจนเป็นที่ยอมรับ ผลการพิสูจน์ว่าลายนิ้วมือของมนุษย์เราไม่มีซ้ำกันเลย

ปี ค.ศ. 1686 Marcello Malpighi นักกายวิภาคอิตาลีอธิบายว่ารูปร่างของลายนิ้วมือเป็นรูปวนรอบ(มัดหวาย,loop)และเป็นรูปเกลียว(spiral)

ปี ค.ศ. 1823 Johannes Purkinje ศาสตราจารย์กายวิภาคชาวเชคโกสโลวะกีย ได้เขียนทฤษฎีอธิบายลายนิ้วมือ9แบบตามรูปร่างและลักษณะของลายเส้น

ปี ค.ศ. 1858 เซอร์ วิลเลียม เฮอร์เชล (Sir W.J.Herschel) ชาวอังกฤษผู้สำเร็จราชการแคว้นเบงกอล ในประเทศอินเดีย ประสบเหตุการณ์ยุ่งยากเกี่ยวกับการทุจริตปลอมแปลงบุคคลและเอกสารมากมาย อันเป็นเหตุยุ่งยากในการพิจารณาคดีในศาลจึงได้นำคุณสมบัติพิเศษของลายพิมพ์นิ้วมือมาใช้ โดยมีการกดลายพิมพ์นิ้วมือประกอบในเอกสารการเงินในโฉนดที่ดิน เป็นต้น เมื่อมีข้อพิพาทก็จะมีการพิสูจน์เปรียบเทียบ ทำให้เหตุการณ์ยุ่งยากลดลงและหายไป ถึงกับให้มีการตรากฎหมายขึ้นยอมรับคำให้การของผู้เชี่ยวชาญในการตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือประกอบคดีได้ นับว่าท่านผู้นี้เป็นบุคคลแรกที่นำลายนิ้วมือมาใช้ประโยชน์ในทางปฏิบัติอย่างแท้จริงจนทั่วโลกยอมรับและนำไปปฏิบัติตาม

ปี ค.ศ. 1880 ดร. เฮนรี่ ฟาวลด์ (Dr.Henry Faulds) นายแพทย์ชาวสก็อตแลนด์ ได้พิสูจน์ยืนยันตัวบุคคลผู้กระทำผิดด้วยลายนิ้วมือที่ได้จากสถานที่เกิดเหตุ และยืนยันว่าแม้ศพที่ถูกตัดเป็นส่วน ๆ เพื่อทำลายหลักฐาน หากได้มือมาและหากผู้นั้นเคยพิมพ์ลายนิ้วมือไว้ก่อน ลายนิ้วมือนี้จะเป็นพยานหลักฐานพิสูจน์ตัวบุคคลได้แน่นอนกว่าตำหนิรูปพรรณอื่นๆ นอกจากนี้ ดร .ฟาวลด์ ได้แนะนำการพิมพ์ลายนิ้วมือทั้ง 10 นิ้วมาใช้ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างใหญ่หลวงต่อความก้าวหน้าทางวิทยาการแขนงนี้

ต่อมา ค.ศ. 1892 เซอร์ ฟรานซิส กาลตัน (Sir Francis Galton) นักมานุษยวิทยาชาวอังกฤษ ได้ตีพิมพ์เรื่องลายนิ้วมือ มีการแยกประเภทเป็น มัดหวาย ก้นหอย โค้งราบ โค้งกระโจม และชี้ให้เห็นความจริง 3ประการคือ

1.ลายนิ้วมือมนุษย์ไม่มีเปลี่ยนแปลงตั้งแต่เกิดจนตาย

2.ลายนิ้วมือมีลักษณะพิเศษประจำตัวของแต่ละบุคคลไม่มีทางซ้ำกับลายมือผู้อื่น

3.สามารถเปรียบเทียบลายนิ้วมือว่ามีส่วนเหมือนกันและแตกต่างกันตรงไหน

ปี ค.ศ. 1894 ตำรวจอังกฤษเริ่มใช้ระบบลายนิ้วมือตามทฤษฎีของ เซอร์ ฟรานซิส กาลตัน คู่กับทฤษฎีวัดสัดส่วนร่างกาย Anthropometry ของ Bertillon เมื่อมีการใช้ลายพิมพ์นิ้วมือในการพิสูจน์ยืนยันตัวบุคคลกันแพร่หลายแล้วปัญหาที่ตามมาคือ จะทำอย่างไรถึงจะสามารถเก็บแผ่นลายพิมพ์นิ้วมือไว้สำหรับการตรวจค้นและนำกลับมาใช้ยืนยันบุคคล หรือ นำมาใช้เป็นประวัติอาชญากรได้อย่างเป็นระบบ

บุคคลสำคัญที่ทำให้ระบบการจัดเก็บแผ่นลายพิมพ์นิ้วมือได้มีผลสมบูรณ์จริงจัง คือเซอร์เอ็ดเวอร์ด ริชาร์ท เฮนรี่ (Sir Edward Richard Henry) ข้าราชการชาวอังกฤษผู้ซึ่งทำงานด้านลายพิมพ์นิ้วมือตั้งแต่เมื่อครั้งที่ประจำอยู่ในประเทศอินเดีย ต่อมาได้ดำรงตำแหน่งผู้บัญชาการตำรวจนครบาลกรุงลอนดอนในปี ค.ศ. 1900 ได้แต่งหนังสือเรื่อง “การแยกประเภทลายพิมพ์นิ้วมือและการใช้ประโยชน์” (Classification and Uses of Fingerprints) ทำให้อีก 1 ปีต่อมา ประเทศอังกฤษประกาศรับรองการใช้ระบบลายพิมพ์นิ้วมือเพื่อเป็นประโยชน์ทางคดีอย่างเป็นทางการ และได้ใช้กันแพร่หลายประมาณ 70% ของประเทศต่างๆ ทั่วโลกโดยเฉพาะประเทศในเครือจักรภพอังกฤษ

บุคคลสำคัญอีกผู้หนึ่งคือ ฮวน วูเซติส (Juan Vucetich) ชาวอาร์เจนตินา ได้อ่านหนังสือของเซอร์ ฟรานซิส กาลตัน จึงเกิดความสนใจทำการศึกษาค้นคว้าต่อจนได้วางระบบลายพิมพ์นิ้วมืออีกระบบหนึ่ง เรียกว่า “ระบบวูเซติส” ปัจจุบันใช้กันแพร่หลายในประเทศแถบอเมริกาใต้ ประมาณ 25% ของประเทศต่างๆทั่วโลก

นอกจากนี้ยังมีระบบอื่นๆ อีก 5% ประมาณ 50 ระบบที่ใช้อยู่ในประเทศต่างๆ เกิดจากการดัดแปลงมาจาก ระบบเฮนรี่ ระบบวูเซติส เพื่อที่จะให้เกิดความสะดวกและง่ายที่สุดแก่การปฏิบัติตามทรรศนะของแต่ละท่านที่คิดค้นได้ แล้วตั้งชื่อใหม่ตามชื่อผู้ดัดแปลง

ความเป็นมาของลายนิ้วมือในประเทศไทย

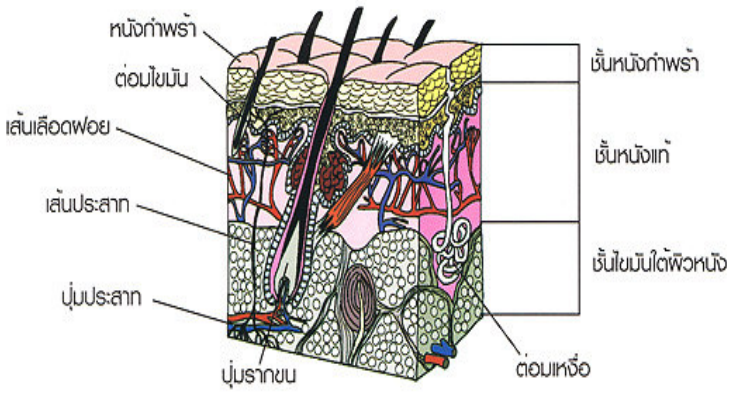
สำหรับประเทศไทยนั้น รู้จักเรื่องลายพิมพ์นิ้วมือมานานแล้วเช่นกัน เช่น เคยได้ยินมาว่าในตำราทำนาย นรลักษณ์ บอกว่าคนที่มีลายนิ้วมือเป็นมัดหวายทั้งสิบนิ้วเป็นคนอาภัพ ส่วนคนที่มีลายนิ้วมือเป็นก้นหอยทั้ง 10 นิ้ว เป็นคนที่มีวาสนา เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการพิมพ์ลายนิ้วหัวแม่มือที่เรียกว่าแปะโป้งในใบจำนำสิ่งของบ้าง ในสัญญากู้เงินบ้าง แต่การใช้ลายพิมพ์นิ้วมือพิสูจน์ยืนยันตัวบุคคล ที่ทำเป็นระบบยังไม่เคยเป็นปรากฏ

ในปี พ.ศ. 2443 สมเด็จพระพี่ยาเธอกรมหลวงราชบุรีดิเรกฤทธิ์ เสนาบดีกระทรวงยุติธรรมในสมัยนั้น ได้ทรงตรากฎหมายอาญาขึ้นที่ใช้ในการเพิ่มโทษขึ้นมาใหม่ จึงทรงนำเอาวิธีการพิสูจน์ยืนยันตัวบุคคลด้วยลายพิมพ์นิ้วมือมาใช้ โดยก่อตั้งกองลายพิมพ์นิ้วมือขึ้นเป็นครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2444 ได้ให้มีการจัดพิมพ์ลายนิ้วมือของนักโทษที่จะพ้นโทษเก็บไว้เพื่อใช้เป็นหลักฐานในการยืนยันตัวบุคคลได้ว่าเคยกระทำผิดมาก่อน ตามระบบ Henry นับได้ว่าพระองค์ทรงเป็นผู้ให้กำเนิดการพิมพ์ลายนิ้วมือในประเทศไทยเป็นคนแรกเปรียบเสมือนพระองค์เป็นพระบิดาวิชาลายพิมพ์นิ้วมือในประเทศไทย

หลังจากที่ใช้ระบบ Henry ไประยะหนึ่ง จำนวนของแผ่นลายพิมพ์นิ้วมือมีมากขึ้นเหมือนที่อื่นๆทั่วโลก กล่าวกันว่าระบบ Henry ใช้ได้ดีกับแผ่นลายนิ้วมือที่มีจำนวนไม่เกิน 500,000 แผ่น ถ้ามากกว่านี้ระบบจะจัดเก็บซ้ำซ้อน ทำให้การสืบค้นทำได้ลำบาก หลายประเทศจึงได้มีการพัฒนาระบบต่อไปโดยมีการแยกย่อยรายละเอียดลงไปอีก สหรัฐเป็นประเทศหนึ่งที่พัฒนาระบบ Henry เป็น Henry Extension ซึ่งสามารถใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ต่อมา พ.ศ. 2500 องค์การบริหารวิเทศกิจสหรัฐอเมริกาประจำประเทศไทย หรือยูซอม ได้ให้การสนับสนุนเครื่องมือและเครื่องใช้ และส่งผู้เชี่ยวชาญมาฝึกอบรมการแยกประเภทและการจัดเก็บตามระบบF.B.I.ใช้อยู่และประเทศไทยก็ได้รับมาใช้แทนระบบเดิมจนถึงปัจจุบัน

เมื่อมาถึงยุคประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์มีหลายบริษัทได้พัฒนา Software สำหรับการค้นหาเปรียบเทียบลายนิ้วมือ ซึ่งมีประสิทธิภาพดี มีความแม่นยำและมีความเร็วสูง ทำให้ประเทศต่างๆที่มีข้อมูลแผ่นลายนิ้วมือจำนวนมากหันมาใช้ระบบสืบค้นลายพิมพ์นิ้วมือด้วยคอมพิวเตอร์กันแพร่หลาย ประเทศไทยโดยกองทะเบียนประวัติอาชญากร สำนักงานตำรวจแห่งชาติ ซึ่งมีหน้าที่ตรวจสอบและจัดเก็บแผ่นลายนิ้วมือของอาชญากรทั่วประเทศไทย เป็นประเทศหนึ่งที่มีแผ่นลายนิ้วมือเป็นจำนวนมากคือแผ่นลายนิ้วมืออาชญากรอยู่ในสารบบขณะนั้นกว่า 2 ล้านกว่าแผ่น ดังนั้น โดยการดำเนินการของ พล.ต.ต. ชาตรี สุนทรศร ผบก.ทว. (ยศและตำแหน่งในขณะนั้น) ได้นำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นครั้งแรก ตั้งแต่ พ.ศ. 2537 เป็นต้นมาเรียกว่า Automated Fingerprints Identification System (AFIS) ซึ่งช่วยอำนวยประโยชน์ในการตรวจสอบประวัติอาชญากรเป็นอย่างมากอีกทั้งยังมีโครงการขยายไปสู่ภูมิภาคในอนาคตต่อไปอีกด้วย

พันธุศาสตร์ของลายนิ้วมือ



ภาพที่ 1 โครงสร้างของผิวหนัง

ที่มา: www.google.com

ลายนิ้วมือ เป็นเส้นที่ปรากฏอยู่บนผิวหนัง ซึ่งผิวหนังคนเราประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ชนิด วางแนบซ้อนกันเป็น 2 ชั้น ชั้นนอกสุดหรือชั้นที่เราสัมผัสได้จากภายนอกร่างกายนี้เป็นพวกเนื้อเยื่อบุผิว เรียกว่า ชั้นหนังกำพร้า (Epidermis) ชั้นลึกเข้าไปเป็นเนื้อ เยื่อเกี่ยวพัน เรียกว่า ชั้นหนังแท้ (Dermis หรือ Corium) หนังทั้ง2ชั้นอยู่ติดกันได้จากการยึดเหนี่ยวระหว่างกันด้วยเส้นใยโปรตีน

หนังกำพร้า ประกอบด้วย กลุ่มเซลล์รูปร่างหลายเหลี่ยมอยู่ชิดกันและเรียงซ้อนกันหลายชั้น ความหนาของผิวหนังขึ้นอยู่กับจำนวนชั้นของเซลเหล่านี้ ผิวหนังที่หนา เช่น ฝ่ามือฝ่าเท้าจะมีจำนวนชั้นของเซลล์บุผิวหนังมากกว่าผิวหนังบางๆ เช่น เปลือกตา และหนังศีรษะ เป็นต้น ผิวหนังหนาจะไม่มีขน เซลล์ผิวบนสุดของหนังกำพร้าถูกเคลือบไว้ด้วยเยื่อโปรตีนชนิดเคอราติน เยื่อเคอราตินทำหน้าที่ป้องกันอันตรายให้แก่หนังกำพร้าและเป็นด่านกันไม่ให้น้ำระเหยออกจากร่างกายไปมากกว่าปกติ เยื่อนี้จะมีการหลุดออกตลอดเวลาเป็นขี้ไคล

หนังแท้ เป็นเนื้อเยื่อพวกเส้นใย มีหลอดเลือดและเส้นประสาทแทรกปะปนอยู่ด้วย สีแดงระเรื่อที่ผิวหนังก็เป็นเพราะหลอดเลือดในหนังแท้นี้เอง โดยทั่วไปหนังแท้หนาประมาณ 0.5-3 ม.ม. เราสามารถแบ่งหนังแท้ออกตามลักษณะได้เป็น 2 ชั้น ชั้นนอกๆเป็นชั้นที่รองรับหนังกำพร้า มีลักษณะเป็นคลื่นลอน ส่วนชั้นลึกกว่าจะเป็นชั้นที่มีเส้นใยหนาแน่นกว่า และเรียงขนานกันไปตามพื้นผิวของผิวหนัง ชั้นลึกนี้จะยึดเหนี่ยวไว้กับพังผืดใต้ผิวหนัง เนื่องจากบนชั้นบนของหนังแท้มิได้ราบเรียบ หากแต่เป็นคลื่นลอน ทำให้ดันหนังกำพร้าที่ทาบอยู่โค้งคดตามกันไปด้วย สำหรับหนังบางๆ หนังแท้จะโค้งขึ้นลงเป็นบริเวณๆไป คล้ายกับเม็ดหูดหรือภูเขา แต่ถ้าเป็นหนังหนาๆ เช่น ฝ่ามือ ฝ่าเท้า ชั้นหนังแท้ดังกล่าวจะเป็นคลื่นลอนต่อเนื่องสม่ำเสมอ

เป็นสันโค้งขนานกันไปหลายๆสัน คล้ายกับลอนกระเบื้องมุงหลังคาซึ่งมีจำนวนมากมายและอยู่ขนานชิดกัน ทำให้เกิดริ้วนูนและร่องสลับกันไปอย่างเป็นระเบียบ ริ้วและร่องนี่แหละที่ปรากฏให้เห็นเป็นลวดลายบนผิวหนังที่เรามองเห็นได้บนผิวหนังที่หนา สำหรับลายเส้นตารางต่างๆ ที่อยู่บนผิวหนังบางๆของร่างกายนั้นไม่ได้เกิดจากความโค้งของผิวหนังแท้ดันหนังกำพร้าไว้ แต่เป็นเส้นที่เกิดขึ้นจากมีการยึดเหนี่ยวรูขุมขนเอาไว้กับหนังกำพร้า

MISUMI และ AKIYOSHI (1984 : 49 - 55) ได้ศึกษาถึงโครงสร้างของลายเส้นในลายนิ้วมือ โดยการลอกผิวหนังชั้นนอก (Epidermis) ออกด้วยสารละลายด่าง จากนั้นส่องดูผิวหนังชั้นใน (Dermis) ด้วยกล้อง Scanning Electron Microscope (SEM) พบว่าในส่วนของผิวหนังชั้นในประกอบด้วยตุ่มนูน (Papillae) ซึ่งมีรูปร่าง ขนาด และจำนวนที่แตกต่างกัน คนที่มีอายุมากขึ้นจะมีตุ่มนูนเหล่านี้อัดกันแน่นมากขึ้น การที่ผิวชั้นนอกไม่ปรากฏรอยขรุขระอันเนื่องมาจากตุ่มนูนต่างๆ ที่มีรูปร่างและขนาดที่แตกต่างกัน เพราะว่าการสร้างส่วนที่นูนของผิวชั้นนอก (epidermal ridge) จะเกิดขึ้นก่อนที่ตุ่มที่นูนต่างๆ จะเจริญเติบโตขึ้นมา ลักษณะของผิวชั้นในประกอบด้วยเส้นใย (fiber) เล็กๆ จำนวนมาก ซึ่งน่าจะมีผลทำให้คุณสมบัติทางฟิสิกส์และเคมีในการเกาะติดของผิวหนังชั้นในแตกต่างกัน

การสร้างลายเส้นบนนิ้วมือถูกควบคุมด้วยยีนบนโครโมโซมร่างกายมากถึง 7 ตำแหน่ง และเป็นการถ่ายทอดทางพันธุกรรมที่สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลร่วมด้วย (Polygenic trait, Multifactorial inheritance) ยีนหลายคู่มีปฏิกิริยาร่วมกับสิ่งแวดล้อมในระยะตัวอ่อนในครรภ์ (Prenatal stress) มีผลให้แต่ละคนมีเส้นลายนิ้วมือที่แตกต่างกันไป จากการศึกษาของเพนโรส และโอฮารา (Penrose and Ohara) โอคาจิมา (Okajima) และบาคเลอร์ (Bakler) พบว่าลายเส้นบนนิ้วมือเริ่มสร้างขึ้นประมาณสัปดาห์ที่ 10 ถึง 11 หลังจากที่ไข่ผสมกับสเปอร์ม ในช่วงเวลาดังกล่าวลายเส้นบนผิวหนังปรากฏเป็นครั้งแรกในบริเวณผิวหนังภายนอก (basal layer of epidermis) มีชื่อเรียกว่า ลายเส้นปฐมภูมิ (primary ridge) แล้วเจริญเติบโตต่อไปจนกระทั่งประมาณสัปดาห์ที่ 14 ซึ่งจะเป็นช่วงที่ต่อมเหงื่อเริ่มเกิดขึ้นตามแนวลายเส้นปฐมภูมิบนกลางฝ่ามือ (primary ridge formation creases) แล้วลายเส้นทุติยภูมิ (secondary ridge) จึงเริ่มเกิดขึ้นระหว่างลายเส้นปฐมภูมินั้น จนกระทั่งประมาณสัปดาห์ที่ 24 ถึง 25 มีการศึกษาอีกมากมายที่ระบุความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ความเครียดของแม่ในช่วงตั้งครรภ์ (maternal stress) การติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน (เช่นหวัด เป็นต้น) ระหว่างตั้งครรภ์ เป็นต้น เพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคจิตเภท

การบุกเบิกได้เริ่มขึ้นหลังจาก ผลงานของกาลตันได้เผยแพร่ในปี พ.ศ. 2435 โดยมีการศึกษาวิทยาศาสตร์ของลายเส้นบนผิวหนัง (Science of dermatoglyphics) ซึ่งรวมถึงลายฝ่ามือ ลายฝ่าเท้าด้วย การศึกษาการกระจายของแบบแผนลายนิ้วมือในกลุ่มชนชาติต่าง ๆ ทั่วโลก และการถ่ายทอดพันธุกรรมของแบบแผนลายเส้นบนผิวหนัง โดยนักวิทยาศาสตร์หลายท่าน เช่น ไวเดอร์, พอลล์, แดง

เมเจอร์ และบอน เนวี ซึ่งได้ศึกษาลายเส้นผิวหนังของทารกที่อยู่ในครรภ์ พบว่าจะเริ่มปรากฏเมื่ออายุครรภ์ที่ 8-13 สัปดาห์ และจะคงอยู่เช่นนั้นไม่เปลี่ยนแปลง คัมมินส์นายแพทย์แห่งมหาวิทยาลัยโอคลาโฮมาเป็นผู้คิดค้นคำศัพท์เดอมาโตไกลฟิก (Dermatoglyphics, skin carving) ในปี พ.ศ. 2469 และได้รับยกย่องให้เป็นบิดาแห่งวงการนี้ ซึ่งใช้เวลาถึง 20 ปี จึงได้รับการยอมรับให้ลายเส้นบนผิวหนังใช้ประโยชน์เป็นเครื่องมือช่วยวินิจฉัยโรคพันธุกรรมนับถึงปัจจุบันนี้มีผลงานวิจัยของลายเส้นผิวหนังมากกว่าเจ็ดพันเรื่องตีพิมพ์ในวารสารทางการแพทย์ในสาขาต่างๆ นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2473 เป็นต้นมา เพนโรส (Penrose) ศึกษาลายมือและลายนิ้วมือของผู้ป่วยโรคพันธุกรรมในกลุ่มอาการดาวน์ และอาการบกพร่องทางสมองแต่กำเนิด เป็นเวลาหลายปี และได้ค้นพบว่าเส้นลายนิ้วมือสามารถบ่งบอกอาการบกพร่องทางสมองแต่กำเนิดได้การศึกษาวิเคราะห์ลายเส้นผิวหนังเฟื่องฟูมากขึ้นเมื่อมีผลงานตีพิมพ์เผยแพร่ของคัมมิน(Cummins)และมิดโล (Midlo) ในปี พ.ศ. 2486 ในการสัมมนาหัวข้อ“Fingerprint Palms and Soles”คัมมินส์และมิดโลเป็นศาสตราจารย์ ด้าน จุลกายวิภาคศาสตร์แห่งมหาวิทยาลัยทูเลนสหรัฐอเมริกาเป็นผู้คิดค้นคำศัพท์ลายเส้นผิวหนัง (Dermatoglyphics)ซึ่งมาจากคำ Derma(ผิวหนัง)และ Glyph(รอยสลัก)

ผลการศึกษาของศาสตราจารย์ทั้งสอง พบว่าคนที่เป็นโรคพันธุกรรมกลุ่มอาการดาวน์จะมีลายมือที่มีลักษณะพิเศษของเส้นลายผิวหนังที่จะช่วยให้วินิจฉัยโรคมองโกลิซึม (Mongolism; กลุ่มอาการดาวน์) ในเด็กแรกเกิดได้ รวมทั้งงานวิจัยในทารกในครรภ์เกี่ยวกับแบบแผนลายเส้นผิวหนัง ซึ่งพบว่าลายนิ้วมือเริ่มปรากฏขึ้นตั้งแต่ทารกอยู่ในท้องแม่ และจะสมบูรณ์เต็มที่เมื่ออายุครรภ์ประมาณ 4 เดือน การวิจัยโรคพันธุกรรมที่มีสาเหตุจากโครโมโซมผิดปกติ นอกเหนือจากกลุ่มอาการดาวน์ ได้แก่ เอ็ดเวอร์ดซินโดรม (Edward syndrome) เพเทาซินโดรม (Patau syndrome) คริดูชาต์ซินโดรม (Cri-Du-Chat syndrome) หรือแม้แต่โรคพันธุกรรมที่เกิดจากโครโมโซมเพศผิดปกติ ซึ่งได้แก่ เทอร์เนอร์ซินโดรม และไคล์นเฟลเตอร์ซินโดรม (Klinefelter syndrome) ว่ามีความเกี่ยวข้องกับลักษณะลายเส้นผิวหนังที่ปรากฏ ทำให้เพนโรส (Penrose) โด่งดังขึ้น ต่อมาในปี พ.ศ. 2508 เพนโรส ได้ดำรงตำแหน่งประธานศูนย์เคนเนดี-กาลตัน ด้านการวิจัยพันธุศาสตร์และความบกพร่องของสมองซึ่งได้ขยายงานด้านลายเส้นผิวหนังรวมทั้งได้เป็นประธานจัดการประชุมนานาชาติเพื่อหาวิธีปรับมาตรฐานการเรียกชื่อและการใช้คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับลายเส้นผิวหนัง นักวิจัยในสถาบันนี้อีกคนหนึ่งคือ ซาราห์ โฮลต์ (Sarah Holt) มีผลงานวิจัยเกี่ยวกับโรคพันธุกรรมที่มีสาเหตุจากโครโมโซมผิดปกติกับลักษณะแบบแผนเฉพาะของลายเส้นผิวหนัง ในด้านแบบแผนการถ่ายทอดพันธุกรรม รวมถึงการวิจัยในคู่แฝด ซึ่งเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางแล้วว่าลายนิ้วมือสามารถบ่งบอกว่าแฝดคู่ไหนเป็นแฝดแท้หรือแฝดเทียม

การวิจัยลายเส้นผิวหนังด้านการแพทย์ก้าวหน้าขึ้นและขยายไปยังโรคอื่นๆ เช่น โรคหัวใจแต่กำเนิด มะเร็งเม็ดเลือดขาว มะเร็งชนิดอื่นๆ โรคอัลไซเมอร์ โรคจิตเภทและโรคจิตบางชนิด และยังโด่งดังมากขึ้น เมื่อนายแพทย์สโตเวน (Stowen) หัวหน้าแผนกพยาธิวิทยา โรงพยาบาลเซนต์ลุกซ์ในนิวยอร์ค

ประกาศว่าสามารถวินิจฉัยโรคจิตเภทและมะเร็งเม็ดเลือดขาวแม่นยำถึง 90% ได้ด้วยการตรวจสอบชนิดของลายมือเท่านั้น และในเยอรมนี นายแพทย์อเลกซานเดอร์ รอดวาลด์ (Alexander Rodwald) รายงานเช่นเดียวกันว่าสามารถระบุโรคที่เกิดจากความผิดปกติที่เป็นแต่กำเนิด หลายโรคได้แม่นยำถึง 90% ในเยอรมนีมีการตรวจลายเส้นผิวหนังได้กระทำอย่างจริงจังด้วยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งได้ถูกออกแบบให้สามารถประเมินลายมือที่มีความแตกต่างหลากหลายได้รวดเร็วจึงช่วยให้ทำนายโรคในเด็กแรกเกิด ที่จะมีโอกาสเป็นโรคหัวใจ โรคมะเร็งชนิดต่างๆ โรคมะเร็งเม็ดเลือดขาว โรคเบาหวาน หรือโรคจิตได้แม่นยำถึง 80%ดังนั้นการวิเคราะห์ลายเส้นผิวหนังในทางการแพทย์จึงถูกบรรจุลงในหลักสูตรแพทยศาสตร์บัณฑิตในมหาวิทยาลัยหลายแห่งในเยอรมนี

นิติวิทยาศาสตร์กับลายนิ้วมือ

การตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า เป็นสาขาหนึ่งในวิชาการตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล (Personal identification) จากการศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์เป็นเวลาช้านานพบว่าลักษณะลายเส้นที่ปรากฏบนนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า ของมนุษย์สามารถใช้ในการตรวจพิสูจน์บุคคลได้ดีเนื่องจากความจริง 2 ประการ คือ

1. ลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า ของแต่ละบุคคลไม่เหมือนกัน (uniqueness) ซึ่งแต่ละบุคคลจะมีลักษณะเฉพาะพิเศษที่แตกต่างกัน

Sir Francis Galton ได้ทำการตรวจแยกลายนิ้วมือของมนุษย์ออกเป็นชนิด และกำหนดลักษณะพิเศษของลายเส้นในนิ้วมือที่มีอยู่ไม่พบลักษณะลายพิมพ์นิ้วมือที่ซ้ำกัน รวมไปถึงประเทศต่างๆ ทั่วโลกที่ได้ตรวจลายพิมพ์นิ้วมือของมนุษย์ขึ้น ยังไม่ปรากฏว่ามีที่ใดได้เคยพบลายนิ้วมือของบุคคล 2 คน เหมือนกันหรือซ้ำกันเกิดขึ้น แม้ว่าจะเป็นคนคนเดียว แต่คนละนิ้วก็ไม่เหมือนกัน (วิโรจน์ ไวยวุฒิ 2532: 352-353)

ด้วยเหตุนี้จึงเป็นที่เชื่อได้ว่า จะไม่มีลายนิ้วมือของบุคคลตั้งแต่ 2 คน ขึ้นไปมีโอกาสเหมือนกันหรือซ้ำกันไม่ว่าบุคคลนั้นจะสืบสายโลหิตเดียวกันมาหรือเป็นฝาแฝดกัน ตลอดจนแฝดกายติดกันออกมาลายนิ้วมือของบุคคลนั้นก็ไม่เหมือนกันหรือซ้ำกัน Sir Francis Galton รายงานว่าโอกาสที่จะซ้ำกันเพียง 1 ใน 600 ล้าน Balthazard ได้คำนวณว่ามีโอกาสเพียง $1/10^6$ ซึ่งยิ่งน้อยลงไปอีก (ซีฆายุ ชินะนาวิน 2506: 91)

2.ลายนิ้วมือ,ฝ่ามือและฝ่าเท้าของแต่ละบุคคลนั้นไม่เปลี่ยนแปลง(Permanence) ลายเส้นของผิวหนังเริ่มปรากฏขึ้นตั้งแต่ทารกอยู่ในครรภ์มารดาประมาณเดือนที่ 3 ถึงเดือนที่ 4 (Cummins and Middlo 1964:40) ลักษณะลายเส้นในลายนิ้วมือของมนุษย์นี้จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลยจนแก่และตายไป จะมีบ้างก็เพียงแต่ขยายให้ชัดเจนยิ่งขึ้นตามลำดับวัย และความเจริญเติบโตขึ้นของร่างกายเท่านั้น

เช่น เมื่อเป็นเด็กๆ อายุยังน้อยลายเส้นนิ้วมือก็จะเล็ก เมื่อเติบโตขึ้นหรืออายุมากขึ้นลายเส้นของนิ้วมือก็จะขยายใหญ่ขึ้น ในรูปและสภาพเดิม ถึงแม้จะตายถ้าหากนิ้วมือยังไม่เน่าเปื่อย เช่น มัมมี่ หรือศพที่ฉีดยารักษาซากศพไว้เป็นรูปแห้งลายนิ้วมือที่ปรากฏอยู่ก็จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง

นอกจากนั้นในขณะที่นิ้วมือของมนุษย์เกิดการไม่ปกติขึ้น เช่น โรคหนังลอก ฝนกับของหยาบหรือใช้น้ำกรดอ่อนๆ กัดลายนิ้วมือเหล่านี้จะลบเลือนไปเพียงชั่วขณะหนึ่ง เมื่อนิ้วมือนั้นหายเป็นปกติแล้วลายเส้นก็จะเกิดใหม่โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง ยิ่งกว่านั้นบางรายที่นิ้วมือถลอกของมีคมบาดจนเกิดเป็นแผลเป็น รอยแผลเป็นเหล่านี้อย่างมากก็เพียงทำลายลายเส้นของนิ้วมือได้เป็นบางส่วนเท่านั้น ส่วนที่เหลือจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง ด้วยเหตุนี้ลักษณะลายเส้นของลายนิ้วมือมนุษย์จึงนับว่าเป็นเครื่องหมายพิสูจน์ตัวบุคคลได้อย่างดีเมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะอื่นในร่างกายของมนุษย์ เช่น รอยแผลเป็น รอยสัก ผิวหนัง ผม นัยน์ตาเพราะสิ่งเหล่านี้ย่อมเจริญขึ้นและเสื่อลงไปตามวัย

ลักษณะลายเส้นของนิ้วมือมนุษย์ยังไม่มีวิธีการที่จะเปลี่ยนแปลงให้เป็นอย่างอื่นได้ เพราะเหตุว่าลายพิมพ์นิ้วมือจำชำรุดไปด้วยประการใดๆ ลายเส้นนิ้วมือก็จะเกิดขึ้นใหม่ในรูปและสภาพเดิมเสมอ เว้นแต่จะได้ทำลายให้ลึกลงไปจนถึงต่อมเหงื่อ โดยการเฉือนใต้ผิวหนังออกให้หมด ลายเส้นของนิ้วมือจะถูกทำลายไปโดยสิ้นเชิง

ลักษณะของลายเส้นในลายนิ้วมือ

นิ้วมือมนุษย์มีเส้นอยู่ 2 เส้น คือ เส้นนูน (Friction ridge) และ เส้นร่อง (Groove or furrow)

1. เส้นนูน คือ การเกิดของรอยนูนซึ่งอยู่สูงขึ้นมาพ้นจากผิวหนังส่วนนอกของนิ้วมือ นิ้วเท้า ฝ่ามือ และฝ่าเท้า
2. เส้นร่อง คือ รอยลึกที่อยู่ต่ำลงไปกว่าระดับของเส้นนูน

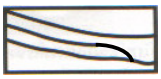
เส้นนูนและเส้นร่องประกอบกันเป็นลายนิ้วมือ เมื่อนำนิ้วมือกดลงบนแท่นหมึก เส้นนูนเป็นเส้นที่ติดหมึก ส่วนเส้นร่องอยู่ลึกลงไปต่ำกว่าระดับของเส้นนูน หมึกไม่สามารถจะติดลงไปถึงได้ ลายเส้นนูนทำให้นิ้วมือและฝ่ามือสามารถยึดจับวัตถุ เส้นนูนทำให้เกิดความฝืดระหว่างผิวหนังและวัตถุ ทำให้มือจับวัตถุได้ดี บนเส้นนูนมีรูต่อมเหงื่อซึ่งทำหน้าที่ระบายเหงื่อ ถ้าปราศจาก เส้นนูนที่เปียกชื้นก็เป็นการยากที่จะจับวัตถุที่มีน้ำหนักเบาไว้ได้ลายเส้นนูนมีบนฝ่ามือและฝ่าเท้าของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทุกชนิด

จุดสำคัญพิเศษหรือจุดตำหนิ (Special characteristic of minutia) ลายเส้นที่อยู่บนลายนิ้วมือฝ่ามือ ฝ่าเท้า จะประกอบด้วยลายเส้นที่มีลักษณะเฉพาะเรียกว่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษหรือจุดตำหนิหรือมินูเชีย (minutia) ดังต่อไปนี้

ภาพที่ 2 จุดสำคัญพิเศษหรือจุดตำหนิบนลายนิ้วมือ

ที่มา: www.google.com

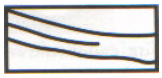
- เส้นแตกหรือเส้นแยก (Ridge bifurcation หรือ Fork) เป็นลายเส้นจากเส้นเดี่ยวที่แยกออกจากกันเป็นสองเส้นหรือมากกว่า หรือในทางกลับกันอาจเรียกว่าลายเส้นสองเส้นมารวมกันเป็นเส้นเดียว



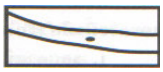
- เส้นสั้น ๆ (Short ridge) เป็นลายเส้นที่สั้นแต่ไม่สั้นมากถึงกับเป็นจุดเล็กๆ

- เส้นทะเลสาบ (Enclosure หรือ lake) เป็นลายเส้นที่แยกออกเป็นสองเส้น แล้วกลับมารวมกันใหม่จึงมีพื้นที่ปิดเกิดขึ้น

- เส้นขาด (Ridge beginning หรือ Ending suddenly) เป็นลายเส้นจากเส้นเดี่ยวที่ขาดออกจากเส้นเดิม



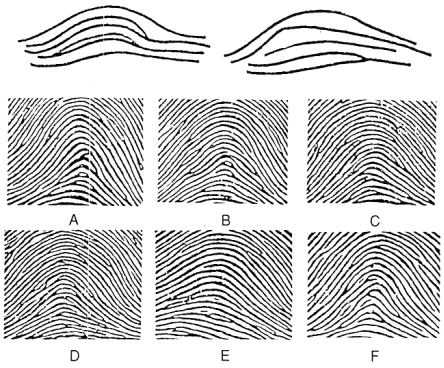
- จุด (Dot หรือ Island) เป็นลายเส้นที่สั้นมากจนดูเหมือนเป็นจุดเล็กๆ



ประเภทของลายนิ้วมือ

อาจจำแนกโดยละเอียดได้9ชนิดดังต่อไปนี้

1. โค้งราบ (Plain arch) คือลักษณะของลายเส้นในลายนิ้วมือ ที่ตั้งต้นจากขอบเส้นข้างหนึ่ง แล้ววิ่งหรือไหลออกไปอีกข้างหนึ่ง ลายนิ้วมือแบบโค้งราบนี้ จัดเป็นลักษณะลายเส้นชนิดที่ดูได้ง่ายที่สุดกว่าบรรดาลายเส้นในลายนิ้วมือทุกชนิด ไม่มีเส้นเกือกม้า ไม่เกิดมุมแหลมคมที่เห็นได้ชัดตรงกลาง หรือไม่มีเส้นพุ่งสูงขึ้นตรงกลาง ไม่มีจุดสันดอน ดังนั้นจำนวนเส้นลายนิ้วมือจึงเป็นศูนย์



ภาพที่ 3 ลายนิ้วมือชนิดโค้งราบ

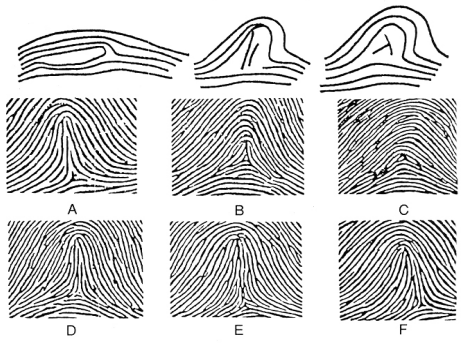
ที่มา: Forensic Science2 for Crime investigation

2. โค้งกระโจม (Tented arch) คือ ลักษณะลายเส้นในลายนิ้วมือชนิดโค้งราบนั่นเอง หากแต่มีลักษณะแตกต่างกับโค้งราบที่สำคัญก็คือ

2.1 มีลายเส้นเส้นหนึ่งหรือมากกว่าซึ่งอยู่ตอนกลางไม่ได้วิ่งหรือไหลออกไปยังอีกข้างหนึ่ง

2.2 ลายเส้นที่อยู่ตรงกลางของลายนิ้วมือเส้นหนึ่งหรือมากกว่าเกิดเป็นเส้นพุ่งขึ้นจากแนวนอน

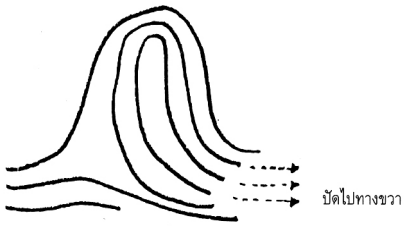
2.3 มีเส้นสองเส้นมาพบกันตรงกลางเป็นมุมแหลมคมหรือมุมฉาก



ภาพที่ 4 ลายนิ้วมือชนิดโค้งกระโจม

ที่มา: Forensic Science2 for Crime investigation

3. มัดหวายปัดขวา (Right slant loop หรือ Radial loop) มัดหวายรูปใดที่มีปลายเส้นเกือกม้าปัดปลายไปทางมือขวา หรือนิ้วหัวแม่มือของมือนั้นเมื่อหงายมือ เรียกว่ามัดหวายปัดขวา หรือมัดหวายปัดหัวแม่มือ

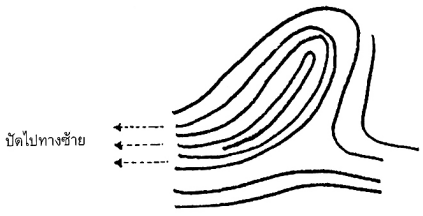


ภาพที่ 5 ลายนิ้วมือชนิดมัดหวายปัดขวา

ที่มา: Forensic Science2 for Crime investigation

4. มัดหวายปัดซ้าย (Left slant loop หรือ Ulnar loop) มัดหวายรูปใดที่มีปลายเส้นเกือกม้าปัดปลายไปทางมือซ้ายหรือทางนิ้วก้อยของมือนั้นเมื่อหงายมือเรียกว่ามัดหวายปัดซ้ายหรือมัดหวายปัดก้อย

ลายนิ้วมือแบบมัดหวายมีอยู่ประมาณ 65 % ของลายนิ้วมือทุกชนิดรวมกันในชาว ตะวันตก แต่ในคนไทยมีลายนิ้วมือแบบมัดหวายประมาณ 53% ของแบบแผนลายนิ้วมือทุกชนิด ซึ่งเป็นสัดส่วนที่มากกว่าลายนิ้วมือประเภทอื่นๆ



ภาพที่ 6 ลายนิ้วมือชนิดมัดหวายปัดซ้าย

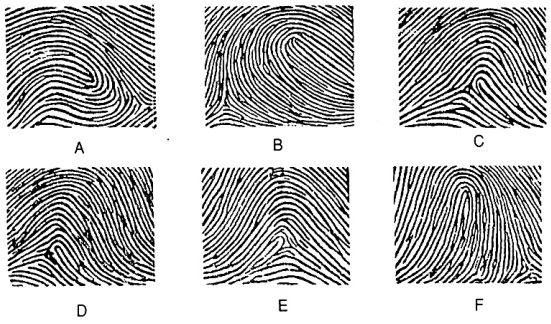
ที่มา: Forensic Science2 for Crime investigation

กฎของการเป็นมัดหวาย คือ

1.ต้องมีสันดอนข้างใดข้างหนึ่งเพียงข้างเดียว

2.ต้องมีเส้นวกกลับที่เห็นได้ชัดอย่างน้อย1รูป

3. ต้องมีจุดใจกลาง และต้องนับเส้นจากจุดสันดอนไปถึงจุดใจกลางได้อย่างน้อย 1 เส้น โดย เส้นที่นับนี้ต้องเป็นเส้นของเส้นวกกลับที่สมบูรณ์อย่างน้อย 1 เส้น



ภาพที่ 7 ลายนิ้วมือชนิดมัดหวาย

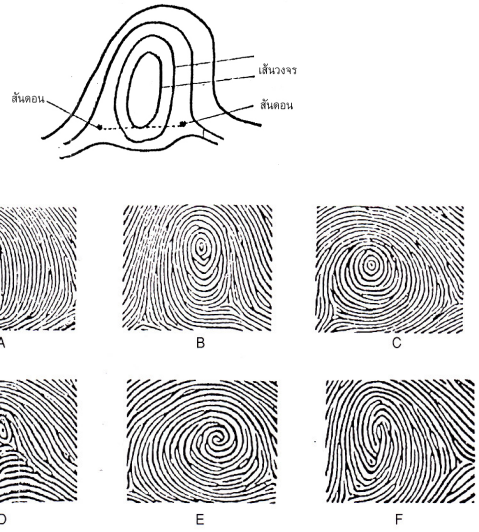
ที่มา: Forensic Science2 for Crime investigation

โดยสรุปลายนิ้วมือแบบมัดหวายทั้งสองแบบจะมีจุดสันดอนหนึ่งแห่งและจุดศูนย์กลางหนึ่งจุด จำนวนเส้นลายนิ้วมือ (Ridge count) จึงมีหนึ่งจำนวน คือจำนวนเส้นจากจุดศูนย์กลางถึงจุดสันดอน

5. ก้นหอยธรรมดา (Plain whorl) คือ ลายนิ้วมือที่มีเส้นเวียนรอบเป็นวงจร วงจรนี้อาจมีลักษณะเหมือนลานนาฬิกาเหมือนรูปไข่เหมือนวงกลมลักษณะสำคัญได้แก่

5.1 ต้องมีจุดสันดอน 2 แห่ง และหน้าจุดสันดอนเข้าไปจะต้องมีรูปวงจรหรือเส้นเวียนอยู่ข้างหน้าจุดสันดอนทั้ง2จุด

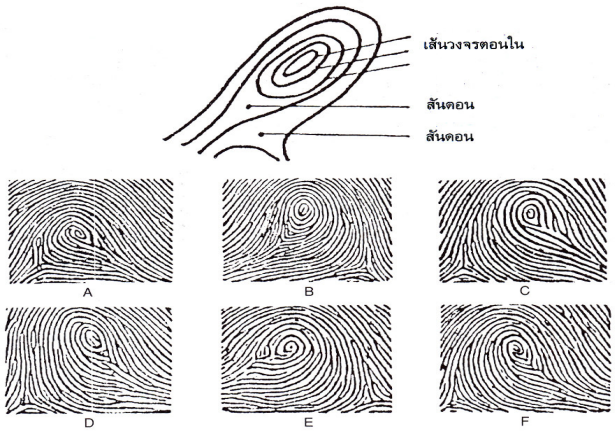
5.2 ถ้าลากเส้นสมมุติจากจุดสันดอนข้างหนึ่งไปยังสันดอนอีกข้างหนึ่ง เส้นสมมุติจะต้องสัมผัสเส้นวงจรหน้าจุดสันดอนทั้ง 2 ข้างอย่างน้อย 1 เส้น



ภาพที่ 8 ลายนิ้วมือชนิดก้นหอยธรรมดา

ที่มา: Forensic Science2 for Crime investigation

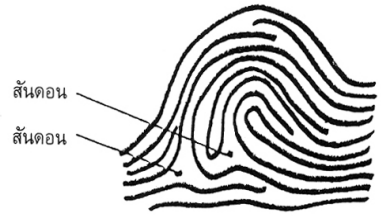
6. ก้นหอยกระเป๋ากลาง (Central pocket loop whorl) คือ ลายนิ้วมือแบบก้นหอยธรรมดานั่นเอง แต่ผิดกันตรงที่ลากเส้นสมมุติจากสันดอนหนึ่งไปยังสันดอนหนึ่ง เส้นสมมุติจะไม่สัมผัสกับเส้นวงจรที่อยู่ตอนใน



ภาพที่ 9 ลายนิ้วมือชนิดก้นหอยกระเป๋ากลาง

ที่มา: Forensic Science2 for Crime investigation

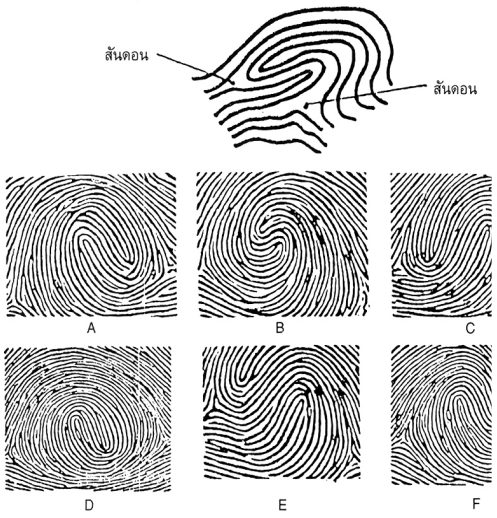
7. ก้นหอยกระเป๋าข้าง (Lateral pocket loop) คือ ลายนิ้วมือชนิดมัดหวายคู่ แต่มีสันดอนอยู่ข้างเดียวกัน



ภาพที่ 10 ลายนิ้วมือชนิดก้นหอยกระเป๋าข้าง

ที่มา: Forensic Science2 for Crime investigation

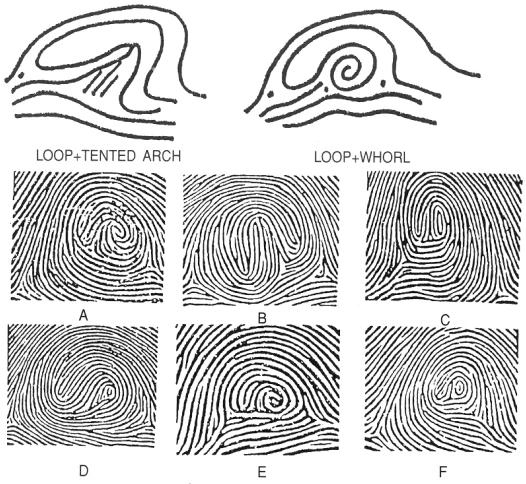
8. มัดหวายคู่ หรือมัดหวายแฝด (Double loop / Twin loop) คือ ลายนิ้วมือที่มีรูปคล้ายกับลายนิ้วมือแบบมัดหวาย 2 รูป มากอดหรือมากล้ำกัน เป็นลายนิ้วมือที่มีสันดอน 2 สันดอน มัดหวาย 2 รูปที่ปรากฏนี้ไม่จำเป็นจะต้องมีขนาดเท่ากัน



ภาพที่ 11 ลายนิ้วมือชนิดมัดหวายคู่

ที่มา: Forensic Science2 for Crime investigation

9. ซับซ้อน (Accidental whorl) เป็นลายนิ้วมือที่ไม่เหมือนลายนิ้วมือชนิดอื่นที่กล่าวมาแล้ว ไม่สามารถจัดเข้าเป็นลายนิ้วมือชนิดหนึ่งชนิดใดโดยเฉพาะ เป็นลายนิ้วมือที่ประกอบด้วยลายนิ้วมือแบบผสมกัน และมีสันดอน 2 สันดอน หรือมากกว่า



ภาพที่ 12 ลายนิ้วมือแบบซับซ้อน

ที่มา: Forensic Science2 for Crime investigation

ลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุ

ลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุเป็นพยานหลักฐานที่แสดงว่าบุคคลที่เป็นเจ้าของลายนิ้วมือได้เข้าไปในสถานทีเกิดเหตุหรือได้สัมผัสกับวัตถุที่ตรวจพบลายนิ้วมือ ลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุจึงเป็นวัตถุพยานที่มีค่ามากสำหรับการสืบสวนในคดีอาชญากรม

ลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุมี 2 ประเภทคือ

1.ลายนิ้วมือที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (Visible fingerprint)

1.1 ลายนิ้วมือชนิด 2 มิติ เป็นรอยประทับของนิ้วมือที่เปื้อนฝุ่น เลือด น้ำมัน หรือ ไข ไปสัมผัสกับวัตถุ หรือรอยประทับของนิ้วมือที่สัมผัสกับวัตถุที่มี ฝุ่น น้ำมัน หรือ ไข

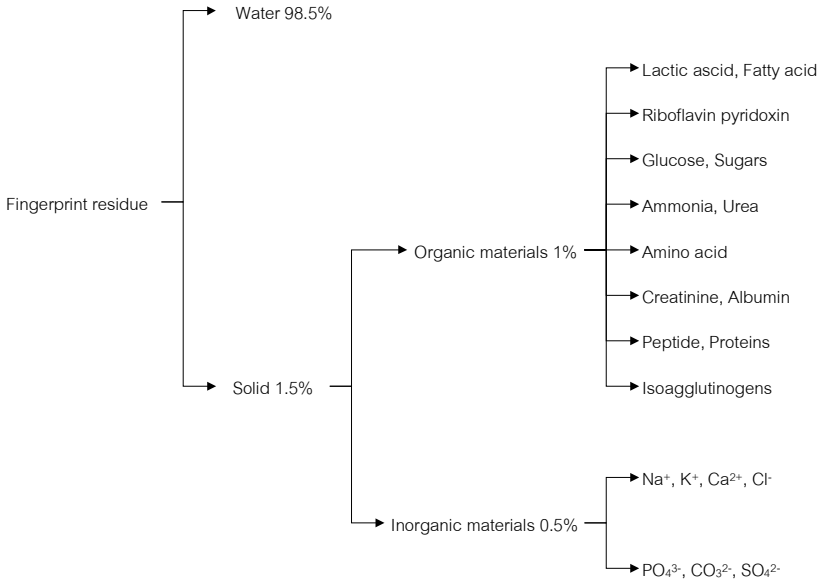
1.2 ลายนิ้วมือชนิด 3 มิติ เป็นรอยประทับที่พบได้ชัดบนวัตถุผิวนิ่ม (Plastic fingerprint)

2. ลายนิ้วมือที่มองไม่เห็นหรือเห็นได้ยากด้วยตาเปล่า (Latent fingerprint) เป็นรอยลายนิ้วมือที่เกิดจากเหงื่อที่ขับออกทางต่อมเหงื่อที่อยู่บนเส้นนูนของลายนิ้วมือ และจะติดอยู่ที่วัตถุเมื่อนิ้วมือไปสัมผัสกับวัตถุ เป็นรอยที่มองเห็นไม่ชัดหรือมองไม่เห็นเลย

รอยลายนิ้วมือที่ตรวจพบในสถานที่เกิดเหตุส่วนมากเป็นรอยที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

ผิวของนิ้วมือจะเปียกด้วยสารที่ขับออกจากต่อมเหงื่อซึ่งกระจายอยู่บนเส้นนูน ไขมันที่ขับอกอย่างต่อเนื่องจากผิวหนัง และติดด้วยสารที่ขับออกจากต่อมไขมันเนื่องจากการสัมผัสกับผิวส่วนอื่น ถ้ามือที่เปียกสารสัมผัสวัตถุ สารที่ขับออกมาจะถ่ายเทที่ผิวของวัตถุที่นิ้วมือจับต้องเป็นรอยลายนิ้วมือ เนื่องจากรอยลายนิ้วมือที่มองไม่เห็นเกิดจากการถ่ายเทสารที่ออกมาไปยังวัตถุ ดังนั้นผิวเรียบและแห้งจะติดลายนิ้วมือได้ดี

สารที่ขับออกมาจากต่อมเหงื่อไม่มีสี ใส มีค่า pH เป็นกลางหรือกรดเล็กน้อย (pH 4-7) ประกอบด้วยความชื้น 98-99 % และสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ 1-2 % สารอนินทรีย์ ได้แก่ เกลือ แคลเซียม แมกนีเซียม เป็นต้น สารอินทรีย์ ได้แก่ กรดอะมิโน (โปรตีน) ยูเรีย และกรดแลคติก เป็นต้น



ภาพที่ 13 ส่วนประกอบของเหงื่อ

ที่มา: Forensic Science, An Introduction to Criminalistics (p.342)

คุณภาพและปริมาณของสารที่ขับออกมาจากต่อมไขมัน แตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล ปริมาณของสารที่ขับออกมาจะขึ้นกับอุณหภูมิและสภาพจิตใจ ปริมาณของสารที่ขับออกมาจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูง หรือความตึงเครียดของจิตใจสูง ปัจจัยสำคัญอีกอย่างหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการหลั่งเหงื่อ ก็คือความชื้นในอากาศ ยิ่งอากาศชื้นมากเท่าใด การระเหยของน้ำก็เป็นไปได้น้อยลงเท่านั้น เหงื่อจะออกมากแต่ก็ระเหยไม่ได้ และเหตุที่มองรอยลายนิ้วมือด้วยตาเปล่าไม่เห็นเนื่องจากรอยของสารที่ขับออกมาไม่มีสี

ไขมันที่ติดอยู่บนลายนิ้วมือจะทำให้ลายนิ้วมือแฝงปรากฏอยู่ได้นานขึ้น องค์ประกอบส่วนใหญ่ของเหงื่อคือน้ำ ไขมันเบากว่าน้ำจะลอยอยู่ข้างบนของน้ำ และลดอัตราการระเหยของน้ำ หลังจากน้ำระเหยไปไขมันจะยังคงปรากฏอยู่และค่อนข้างเหนียว ทำให้การปัดลายนิ้วมือด้วยผงฝุ่นได้ลายเส้นที่ชัดเจนกว่าลายนิ้วมือที่ไม่มีไขมันติดอยู่

วิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือ

วัตถุที่จะทำการเก็บลายนิ้วมือจะแยกเป็น 2 ประเภท คือ วัตถุผิวเรียบแข็งไม่ดูดซับ และวัตถุผิวดูดซับ ซึ่งจะใช้วิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือที่แตกต่างกัน วัตถุผิวดูดซับไม่ดูดซับสามารถทดสอบได้โดยการหยดน้ำลงบนผิววัตถุ ถ้าน้ำซึมได้เป็นวัตถุผิวดูดซับ เช่น กระดาษ ถ้าน้ำมีลักษณะเป็นลูกปัดบนผิววัตถุวัตถุนั้นผิวไม่ดูดซับ เช่น กระจก

วิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือมีหลายวิธี ปัจจุบันได้มีการพัฒนาในหลายรูปแบบ ได้แก่ วิธีแห้ง (ผงฝุ่น), วิธีเปียก (วิธีทางเคมี), วิธีก๊าซ วิธีลอกลายนิ้วมือ และวิธีการถ่ายภาพ ส่วนใหญ่จะเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งแต่บางกรณีอาจจะใช้ 2 วิธีหรือมากกว่า

1. วิธีแห้ง (ผงฝุ่น)

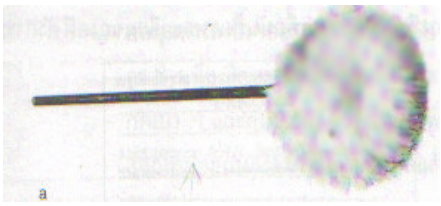
วิธีนี้เป็นวิธีทางฟิสิกส์เพื่อให้ได้ลายนิ้วมือที่มีสีที่แตกต่างจากวัตถุโดยการใช้ผงฝุ่นปัด ผงฝุ่นจะติดความชื้นและไขมันของสารที่ขับถ่ายออกมาทางนิ้วมือ เหมาะสำหรับวัตถุพื้นผิวเรียบเป็นมันไม่ดูดซึมและไม่เปียก(Kirl1953:396)

ผงฝุ่นแต่ละชนิดมีคุณสมบัติในการติดบนพื้นผิวของวัตถุแต่ละชนิดแตกต่างกันทั้งนี้จะต้องเลือกใช้ผงฝุ่นที่เหมาะสมกับสภาพของลายนิ้วมือแฝง และพื้นผิววัสดุในบางครั้งอาจผสมผงฝุ่นตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป เพื่อให้เกิดผลดีในการตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงกระดาษแบคกราวด์ที่ใช้ติดรอยลายนิ้วมือแฝง จะต้องเป็นสีตัดกับฝุ่นที่ใช้ เช่น ใช้ฝุ่นสีดำควรติดบนกระดาษแบคกราวด์สีขาว ด้านหลังของกระดาษติดรอยลายนิ้วมือแฝงจะต้องมีรายละเอียดเกี่ยวกับคดี และแผนที่สังเขปที่รอยลายนิ้วมือแฝงติดอยู่ดังภาพข้างล่าง

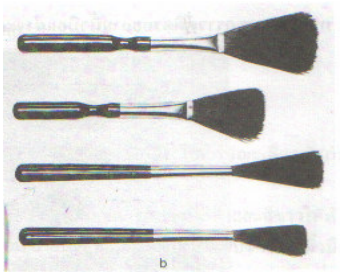
วิธีการปัดฝุ่น

จุ่มแปรงลงบนฝุ่นผงเคมีเพียงเล็กน้อย และปัดเบา ๆ เป็นบริเวณกว้างโดยปัดเป็นรูปวงกลม เมื่อเห็นลายเส้นชัดเจนแล้ว ให้ปัดไปตามลักษณะของลายเส้น แล้วใช้เทปใสลอกขึ้นมาติดลงบนกระดาษสำหรับติดรอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แฝง โดยระมัดระวังมิให้เกิดฟองอากาศ จากนั้นให้เขียนรายละเอียดของคดี ลงบนด้านหลังของกระดาษแบคกราวด์ที่ติดรอยลายนิ้วมือแฝง ข้อระมัดระวังในการปฏิบัติ คือ

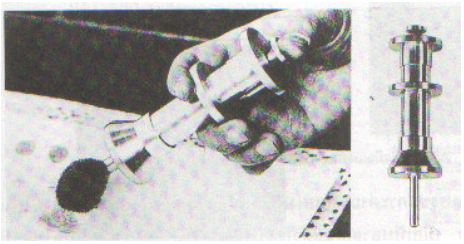
- ห้ามแตะต้องหรือกระทำการใด ๆ อันเป็นเหตุให้รอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แฝง นั้นสูญหายไป หรือปรากฏขึ้นใหม่
- ระมัดระวังไม่ให้รอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แฝง ถูกความร้อน ความชื้นหรือฝุ่นละอองจนไม่สามารถปัดฝุ่นได้



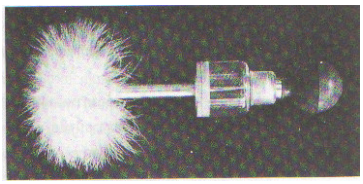
แปรงปัดฝุ่นเบื้องต้น (ขนกระต่าย)



แปรงขนอูฐหรือขนกระรอก



แปรงแม่เหล็ก



แปรงขนนก

ภาพที่ 14 แปรงปัดฝุ่นชนิดต่างๆ

ที่มา: Forensic Science2 for Crime investigation

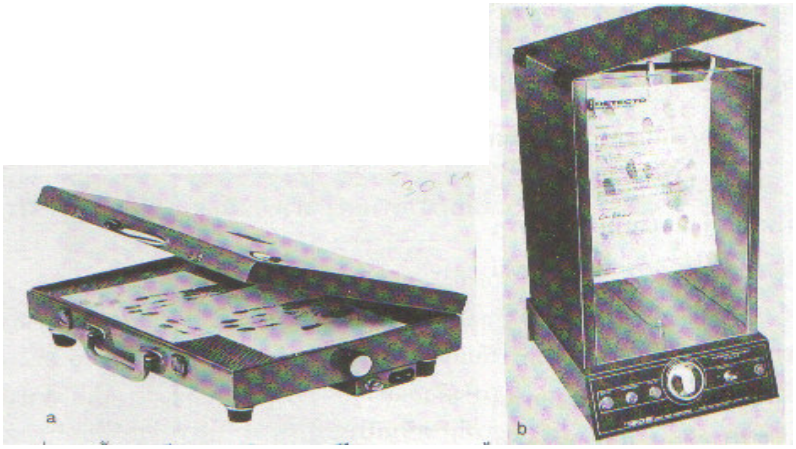
2. วิธีทางเคมี

การตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้าแฝง ที่ของกลางบางชนิด ไม่สามารถใช้วิธีการปัดฝุ่นได้ เช่น ของกลางประเภทกระดาษเอกสารต่าง ๆ หรือของกลางบางชนิดใช้ตรวจเก็บโดยวิธีทางเคมีจะได้ผลดีกว่า ซึ่งแล้วแต่ชนิดและพื้นผิวของวัตถุของกลางนั้น โดยอาศัยหลักการทางเคมี คือให้องค์ประกอบในสารเคมีทำปฏิกิริยากับสารประกอบที่ขับออกมาทางนิ้วมือหรือเลือด และทำให้เกิดการเปลี่ยนสี

2.1 วิธีรมไอโอดีน (Iodine fuming) มีลักษณะเป็นเกล็ดสีม่วง เมื่อได้รับความร้อนเพียงเล็กน้อยจะระเหิดเป็นไอ ไขมันหรือสารที่มีความมันจะดูดซับไอของไอโอดีน เหมาะกับของกลางประเภท กระดาษ, ผนัง ฯลฯ โดยให้ไอของไอโอดีนไปสัมผัสกับของกลางที่มีลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แฝงติดอยู่ สารไอโอดีนจะไปเกาะกับไขมันในเหงื่อ ทำให้รอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แฝง จากเดิมที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลมองเห็นได้ชัดเจน การตรวจเก็บให้ทำการถ่ายภาพทันที เนื่องจากลายเส้นจะค่อย ๆ เลือนหายไป

2.2 วิธีนินไฮดริน (Ninhydrin) มีลักษณะเป็นเม็ดละเอียดสีเหลืองอ่อน เหมาะกับของกลางประเภทกระดาษและเอกสารต่าง ๆ นินไฮดริน จะไปทำปฏิบัติกิริยากับโปรตีนในเหงื่อ ทำให้รอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แฝง เปลี่ยนสีจากไม่มีสีเป็นสีม่วงปนน้ำเงิน แล้วตรวจเก็บโดยการถ่ายภาพทันที

ข้อควรระวัง สารละลายนี้ อาจทำให้หมึกในเอกสารของกลางเสียหายได้ ต้องได้รับอนุญาตจากคู่กรณีก่อนปฏิบัติ



ภาพที่ 15 เครื่องอบ และตู้อบน้ำยานินไฮดริน

ที่มา: Forensic Science2 for Crime investigation

2.3 วิธีซิลเวอร์ไนเตรท (Silver nitrate) เหมาะกับของกลางประเภทกระดาษ ไม้ โดยที่เงินไนเตรทจะทำปฏิกิริยากับเกลือโซเดียมในเหงื่อ ทำให้รอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แฝง เปลี่ยนเป็นสีแดงน้ำตาล แล้วตรวจเก็บโดยการถ่ายภาพ

2.4 วิธีซุปเปอร์กลู (Super glue) หรือ Cyanoacrylate เหมาะกับของกลางประเภทเครื่องหนัง, กระดาษ, แก้ว, ผ้า, โลหะต่าง ๆ เป็นต้น ซุปเปอร์กลู ซึ่งมีส่วนผสมของสารไซยาโนอะคิเลทเอสเทอร์ (Cyanoacrylate ester) เมื่อสารนี้ได้รับความร้อนจะระเหยเป็นไอ ซึ่งมีความเข้มข้นสูงแล้วทำปฏิกิริยากับโปรตีน และน้ำในเหงื่อ ทำให้รอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แฝง เปลี่ยนเป็นสีขาว การตรวจเก็บใช้วิธีปัดด้วยฝุ่นผงเคมี

2.5 วิธีผลึกม่วง (Crystal violet) เหมาะกับรอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แฝง ติดที่เทปใส เทปพันสายไฟ ด้านที่เหนียวซึ่งไม่สามารถเก็บโดยวิธีการปัดฝุ่นได้ วิธีเก็บทำได้โดยผสมน้ำยาใส่ภาชนะ แล้ววางเทปใสแช่ในน้ำยา จนกระทั่งรอยลายนิ้วมือแฝง ปรากฏ แล้วล้างด้วยน้ำก๊อก เพื่อล้างสีส่วนที่เกินออกไป

จากนั้นจึงนำเทปไปวางบนด้านมันของกระดาษอัดรูปที่ยังไม่ได้รับแสง ซึ่งเปียกหมาด ๆ รีดด้วยความร้อนอ่อน ๆ แล้วดึงเทปฯออก ตรวจเก็บโดยการถ่ายภาพ

3. การตรวจเก็บลายนิ้วมือด้วยเครื่องมือและสารเคมีใหม่ ๆ

3.1 Small Particle Reagent (SPR) ประกอบด้วยสารแขวนลอยของเกลือของโลหะในสารละลายสบู่ เป็นการทำปฏิกิริยาระหว่างกรดไขมันในลายนิ้วมือแฝงและส่วน Hydrophobic tails ของ reagent โดยส่วน Hydrophobic tails จะเชื่อมต่ออยู่กับส่วน hydrophilic head ที่ทำปฏิกิริยากับเกลือของโลหะ เช่น Titanium dioxide หรือ molybdenum disulfide เป็นต้น วิธีการคือ ฉีดพ่น SPR บริเวณที่ต้องการหาลายนิ้วมือ แล้วฉีดน้ำล้าง รอให้แห้งแล้วบันทึกภาพถ่าย หรือเก็บรอยที่แห้งด้วยเทปใส จะได้ลายเส้นสีขาวหรือดำขึ้นอยู่กับชนิดของเกลือของโลหะที่เป็นสารแขวนลอยที่ใช้ว่าจะประยุกต์ใช้กับวัตถุพื้นผิวสีอะไร วิธีนี้ใช้หาลายนิ้วมือบนโลหะ,พลาสติก,ไม้,แก้วและวัตถุที่เปียกเป็นต้น

3.2 Amido Black เป็นสีย้อมโปรตีนที่อยู่ในเลือดหรือ Body fluid อื่น ๆ ให้สีน้ำเงินเข้ม amido black ไม่ทำปฏิกิริยาใด ๆ กับสารในบายนิ้วมือ ช่วยทำให้ลายนิ้วมือที่เปื้อนเลือดแม้จะมองไม่เห็นก็ทำให้ปรากฏเห็นชัดเจนขึ้น ใช้ได้บนวัตถุผิวรูพรุนและผิวไม่รูพรุน เช่น ศพ ไม้ กระดาษ เป็นต้น

3.3 Sticky-side Powder ใช้หาลายนิ้วมือบนด้านเหนียวของเทป ได้ลายเส้นลายนิ้วมือที่ชัดเจนกว่าวิธีอื่น ๆ ใช้ผสมกับน้ำและ Photo-Flo ในปริมาณที่เท่ากัน ทาด้วยแปรงลงบนด้านเหนียวของเทปใส ทิ้งไว้ประมาณ 10-15 วินาที ล้างออกด้วยน้ำ แล้วบันทึกภาพถ่ายหรือเก็บรอยที่แห้งด้วยเทปใส

3.4 DFO (1, 8-Diazafluoren-9-one) ทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนในลายนิ้วมือซึ่งมองไม่เห็นในแสงปกติ แต่จะเรืองแสงชัดเจนในแสงพิเศษ DFO จะทำให้ลายนิ้วมือปรากฏบนกระดาษมากกว่าการใช้นอนไฮดรินเพียงอย่างเดียว2.5-3เท่าถ้าใช้ร่วมกับนินไฮดรินต้องใช้วิธีDFOก่อน

3.5 การใช้แสงโพลีไลท์ (Polilight) เป็นเครื่องที่สามารถให้แสงได้หลายสี ให้แสงสีขาว 300-680 nm ภายในเครื่องมีฟิลเตอร์ที่จะตัดแสงสีต่าง ๆ ออกมาตามความต้องการใช้งาน สามารถนำมาตรวจหารอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แฝง บนวัตถุพยานต่าง ๆ เช่น รอยลายนิ้วมือแฝงติดคราบโลหิต คราบอสุจิ พลาสติกรอยรองเท้าเอกสารต่างๆเป็นต้น

3.6 RUVIS (Reflected Ultra-Violet Imaging System) เป็นกล้องส่องหาลายนิ้วมือ โดยใช้หลักการสะท้อนแสง UV แทนที่จะเป็นการเรืองแสงแบบใน Forensic Light Source กล้องนี้สามารถหาลายนิ้วมือบนวัตถุผิวไม่ดูดซับโดยไม่ต้องใช้สารเคมีใด ๆ ก่อน แต่ในบางกรณีต้องรมด้วย Super Glue ก่อนจึงจะส่องเห็นลายนิ้วมือได้ดี

แสงและการมองเห็น

ก่อนศตวรรษที่ 17 การศึกษาเรื่องแสงเชื่อกันว่า แสงเป็นอนุภาคที่ถูกส่งออกมาจากต้นกำเนิดแสง แสงสามารถผ่านทะลุวัตถุโปร่งใสและสะท้อนจากผิวของวัตถุทึบแสงได้ เมื่ออนุภาคเหล่านี้ผ่านเข้าสู่ตาจะทำให้เกิดความรู้สึกในการมองเห็น

นิวตัน(Newton)ได้เสนอทฤษฎีอนุภาคของแสง (particle theory) ซึ่งสามารถนำไปใช้อธิบาย ปรากฏการณ์สะท้อนและการหักเหของแสง

ฮอยเกนส์ (Christain Huygen) ได้เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับคลื่นแสง (Waves Theory) กล่าวว่าแสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และเดินทางในลักษณะของคลื่น นอกจากนี้ยังได้แสดงให้เห็นว่า กฎการสะท้อน และการหักเหสามารถอธิบายได้โดยใช้ทฤษฎีคลื่นแสง

ทอมัสยัง(ThomasYoung)ได้ค้นพบปรากฏการณ์การแทรกสอดของแสง

เฟรสเนล (Augustin Fresnel) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการ แทรกสอด และการเลี้ยวเบนของแสง แสงช่วงที่ตาสามารถ มองเห็นมีค่าอยู่ระหว่าง 400 – 700 นาโนเมตร และมีความถี่อยู่ในช่วง 103-105 เฮิรตซ์ โดยแสงสีม่วงซึ่งมีความยาวคลื่นน้อยที่สุด หรือ ความถี่สูงสุด ส่วนแสงสีอื่น ๆ ให้สเปคตรัมของแสงในช่วงนี้ก็มีความยาวคลื่นสูงขึ้นตามลำดับ จนถึงแสงสีแดงมีความยาวคลื่นมากที่สุดหรือมีความถี่ต่ำที่สุด คลื่นที่มีความถี่ต่ำกว่าแสงสีแดงเรียกว่า “อินฟราเรด” (infrared) ส่วนคลื่นที่มีความถี่สูงกว่าแสงสีม่วงเรียกว่า“อัลตราไวโอเลต”(Ultraviolet)

ในชีวิตประจำวันเราจะพบแสงอาทิตย์มากที่สุด ซึ่งเป็นแสงสีขาว แต่ความจริงแล้วถ้านำแสงสีขาวผ่านปริซึมจะแยกแสงออกได้ 7 สีไปปรากฏบนฉากจะมีสีม่วงและค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน เขียว เหลือง ส้ม และ แดง โดยลำดับของสี (Color) จะเรียงตามการกระจายแสงจากมากไปน้อย เรียกแสงสีที่เกิดขึ้นนี้ว่าสเปคตรัมของแสง(Spectrum)

เราสามารถเห็นสีของวัตถุแตกต่างกันก็เพราะ เมื่อให้แสงกระทบผิววัตถุ ปริมาณแสงสะท้อนจากผิววัตถุหรือปริมาณแสงที่ผ่านจากวัตถุเข้าสู่ตามีปริมาณต่างกัน การที่จะเห็นสีที่แท้จริงของวัตถุ วัตถุนั้นจะต้องส่องด้วยแสงสีเดียวกัน หรือมีแสงสีเดียวกันรวมอยู่ด้วย จึงจะมองเห็นวัตถุด้วยสีแท้จริงของมัน และถ้าส่องด้วยแสงแดด จะเห็นสีที่แท้จริงของวัตถุทั้งนี้เพราะแสงแดดประกอบด้วยแสงสีต่างๆ ทุกสี ดังนั้นแสงที่มีสีเดียวกับวัตถุจะสะท้อนเข้าสู่ตา เช่นถ้าฉายแสงขาว ผ่านแผ่นกรองแสงสีแดง แผ่นกรองแสงสีแดงจะยอมให้สีแดงและสีแสดผ่านได้ เพราะแผ่นกรองแสงสีแดงจะยอมให้แสงที่มีสีเดียวกันหรือสีที่ใกล้เคียงกับสีแดงผ่านเท่านั้น

สมบัติของสารเรืองแสง

Strontium aluminate (SRA, SrAl, SrAl2O4) หรือ สตรอนเทียมอลูมิเนต เป็นของแข็งไม่มีกลิ่น ไม่ติดไฟเป็นผงสีเหลืองอ่อน และมีความถ่วงจำเพาะมากกว่าน้ำ เป็นสารที่เฉื่อยต่อต่อเคมีและสิ่งมีชีวิต เมื่อถูก dope ด้วย Dopant ที่เหมาะสม เช่น europium ก็จะกลายเป็น SrAl2O4:Eu ก็สามารถทำให้เป็นสารที่สามารถเรืองแสงในที่มืดได้โดยที่มีระยะเวลาการเปล่า งแสงที่นานขึ้น มี CAS number คือ 12004-37-4 สารตัวนี้มีสมบัติในการเปล่งแสงที่ดีกว่า copper-activated zinc sulfide ถึง 10 เท่า ระยะเวลาในการเปล่งแสงก็นานกว่า 10 เท่า และราคาก็แพงกว่า 10 เท่าเช่นกัน มักจะใช้ผสมในของเล่นที่เรืองแสงได้ มีการนำมาใช้งานแทน copper-activated zinc sulfide แต่อย่างไรก็ตาม ชิ้นงานที่ได้จะมีความแข็งสูง ซึ่งจะเป็นสาเหตุทำให้เกิดการเสียดสีกับเครื่องจักรได้ ดังนั้นจึงต้องใช้สารหล่อลื่นที่เหมาะสมเติมลงไปในชิ้นงานพลาสติกด้วย สารนี้เรืองแสงออกมาเป็นสีเขียวและฟ้าอ่อนได้ สีเขียวจะให้ความสว่างสูงกว่าในขณะที่สีฟ้าอ่อนจะให้ระยะเวลาเปล่งแสงที่ ยาวนานกว่า ความยาวคลื่นแสงที่สามารถกระตุ้นสารนี้ได้จะเป็นแสง UV ที่มีความยาวคลื่นในช่วง 200 - 450 nm โดยที่แสงที่เปล่งออกมาจะมีความยาวคลื่น 520 nm (สีเขียว) และ 505 (สีฟ้าอมเขียว) และแสง 490 nm (สีฟ้า) ซึ่งแสงที่มีความยาวคลื่นมากกว่าอาจจะพบได้จาก strontium aluminate อย่างเดียวเช่นกัน แม้ว่าความสว่างที่ได้อาจจะต่ำกว่าความยาวคลื่นแสงที่เปล่งออกมาขึ้นอยู่กับโครงสร้างภายในผลึกการเพิ่มประสิทธิภาพนั้นสามารถทำได้ขณะกระบวนการผลิต (เช่น การลดความดันบรรยากาศ การปรับอัตราส่วนของสารตั้งต้น การเติมคาร์บอนหรือสารประกอบ rare-earth halides ได้สารเปล่งแสงที่ได้จาก Strontium aluminate จะถูกทำลายที่อุณหภูมิ 1250 C ซึ่งการได้รับอุณหภูมิที่สูงกว่า 1090 C จะเป็นสาเหตุทำให้สมบัติในการเรืองแสงลดลงได้ ความเข้มของแสงที่เปล่งออกมายังขึ้นอยู่กับขนาดของอนภาคด้วย โดยปกติอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่าจะเปล่งแสงได้สว่างกว่าด้วย

บทที่ 3

วิธีการทดลอง

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. สารเคมี

Aluminium oxide, strontium carbonate, barium carbonate, basic magnesium carbonate, magnesium borate และ europium oxide ซื้อจาก Sinopharm Chemical Reagent Co. Ltd. (เซี่ยงไฮ้ จีน) สารเคมีทั้งหมดมีคุณภาพในการวิเคราะห์และความเสี่ยงของการเป็นพิษต่ำจากการศึกษา

2. การเตรียมผงฟอสเฟอร์

ตัวอย่างฟอสเฟอร์เตรียมโดยใช้วิธีไฮโดรเทอร์มอล ในการศึกษานี้ออกไซด์และคาร์บอเนตที่เหมาะสมใช้เป็นสารตั้งต้นโดยบดให้เข้ากันและใส่ในขวดอะลูมิเนียมและปิดผนึกเผาที่อุณหภูมิ 1300 °C เป็นเวลา 2–4 ชั่วโมง สภาพอากาศที่ลดลงตามที่ต้องการ ทำได้โดยใช้ N2 vapor ที่มีก๊าซไฮโดรเจน 20% ในตัวอย่าง หลังให้ผง ESAs เย็นตัวลงแล้วตัวอย่างถูกบดเป็นผงละเอียดและระบุเป็นผง Europium doped strontium aluminate phosphor

3. การตรวจหารอยนิ้วมือโดยใช้ผง Europium doped strontium aluminate phosphor

พื้นผิวของวัสดุหลายชนิดถูกเลือกสำหรับการทดลองรอยลายนิ้วมือ การทดสอบเบื้องต้นทำบนพื้นผิวไม่มีรูพรุนเช่น กระดาษฟอยอลูมิเนียม แก้ว กระเบื้องและพลาสติกและบนพื้นผิวกึ่งพรุนและพื้นผิวมีรูพรุน เช่นหนัง ผ้า กระดาษและไม้ รอยลายนิ้วมือทั้งหมดได้จากผู้ให้เดียวกันและกดบนวัสดุต่างกัน รอยลายนิ้วมือจากผู้ให้ต่างกันก็ทดสอบและได้ผลลัพธ์คล้ายกัน จากนั้นรอยนิ้วมือใหม่ๆ 1 ชุดใช้สำหรับทดสอบหารอยนิ้วมือที่มีอายุนาน ในการทดสอบเหล่านี้รอยนิ้วมือทั้งหมดจะวางในที่เปิดโล่งที่ช่วงเวลาต่างกัน ตัวอย่างทั้งหมดเก็บที่อุณหภูมิห้องและการทดสอบรอยนิ้วมือที่รมควันกับไซยาโนอะคริเลตทั้งหมดใช้ทดสอบที่ห้องไซยาโนอะคริเลต AFC-II (สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ กระทรวงความมั่นคงประชากร ประเทศจีน) การใช้ผงฟอสเฟอร์ทำโดยใช้แปรงขนกระรอกเพื่อปัดผงลงบนรอยนิ้วมือ รอยนิ้วมือที่พัฒนาถูกกระตุ้นภายใต้ความยาวคลื่น UV400-1 (365 นาโนเมตร) UV Lamp (สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ กระทรวงความมั่นคงประชากร ประเทศจีน) เป็นเวลา 2 นาที จากนั้นรอยนิ้วมือที่พัฒนาจะทำให้เกิดเป็นภาพภายใน 3 นาที หลังการนำออกจากแสงกระตุ้น ภาพทั้งหมดถูกได้รับโดยกล้องดิจิตอล 6.1 megapixel Kodak (Easy Share Z650)

4. การวัดด้วยกล้องวิเคราะห์ค่าสี

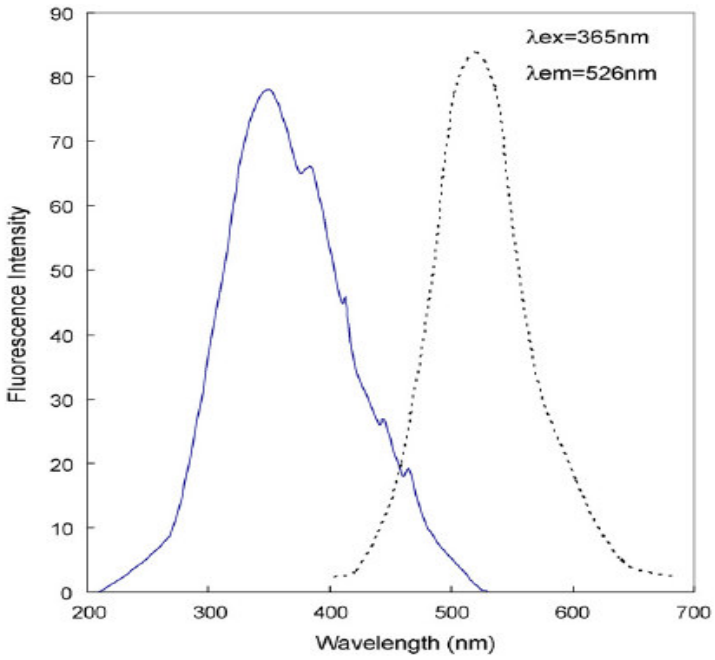
แถบสีที่สามารถดูดซับแสงและเปล่งแสงบันทึกโดยใช้เครื่อง FLUOROLOG-2 luminescence spectrophotometer (SPEX, USA) แถบสีกระตุ้นได้มาจากการสแกนความยาวคลื่นการกระตุ้นจาก 200 ถึง 500 นาโนเมตรในขณะที่ตรวจสอบความสามารถการกระจายการเรืองแสงที่ความยาวคลื่น 526 นาโนเมตร สำหรับแถบการกระจายการเรืองแสงการกระตุ้นถูกกำหนดจำเพาะที่ 365 นาโนเมตรแต่ที่ความยาวคลื่นการกระจายแสงที่แตกต่างระหว่าง 400 และ 700 นาโนเมตร

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผล

ผลการทดลองและอภิปรายผล

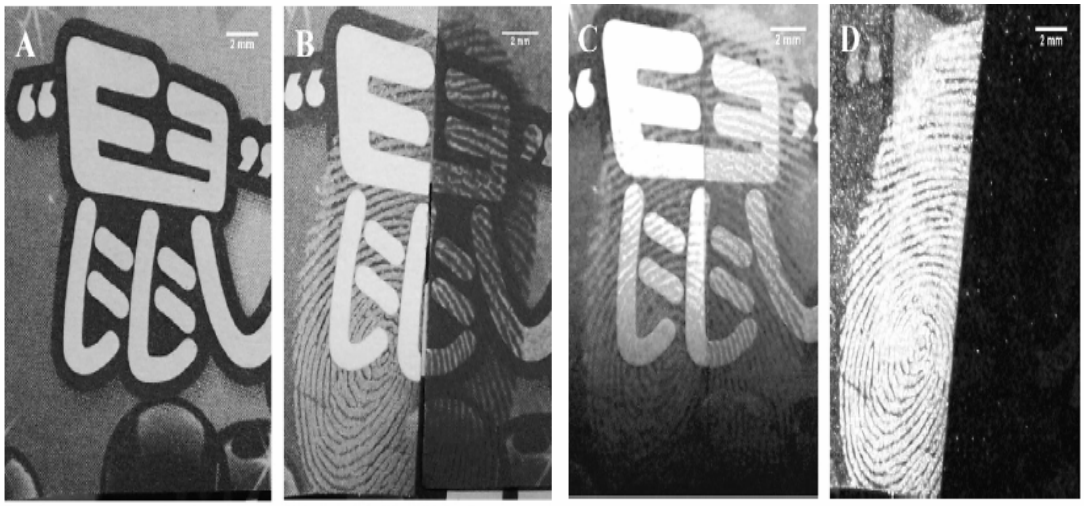
1. การกระตุ้นความสามารถในการเรืองแสงและแถบการกระจายของแสง



ภาพที่ 16 ผลการกระตุ้นความสามารถในการเรืองแสงและแถบการกระจายของแสง

ในภาพที่ 16 พีคกว้างที่ 365 นาโนเมตรในแถบแสงการกระตุ้น มีการตรวจพบพีคการกระตุ้นที่ต่ำกว่าและแคบกว่าที่ 385, 413, 445 และ 465 นาโนเมตร เป็นการพิสูจน์ว่าตัวอย่างฟอสเฟอร์ถูกกระตุ้นโดยแสงที่มองเห็นได้และแสงยูวี สำหรับพีคแถบการส่งหลักเกิดขึ้นที่ 526 นาโนเมตร ดังนั้นแสงหลังจากนั้นจึงเป็นสีเขียวในความมืด แถบการส่งกว้างที่ขึ้นสูงสุดเกิดจากการเปลี่ยนจาก 4f65d1 ไปเป็น 4f7 ของ Eu2+ [19–23] วงโคจร 5d ของไอออนด้านนอกและได้รับผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมอย่างมาก ด้วยเหตุนี้การวางตำแหน่งของระดับพลังงานต่างๆที่เกี่ยวข้องอาจแตกต่างกันมาก การสั่นจากความร้อนของไอออนที่อยู่รอบๆและการสั่นในบริเวณนั้นในโครงสร้างตาข่ายอาจมีผลทำให้เกิดแถบเรืองแสงที่ไม่มีเส้นภายในแถบกว้าง

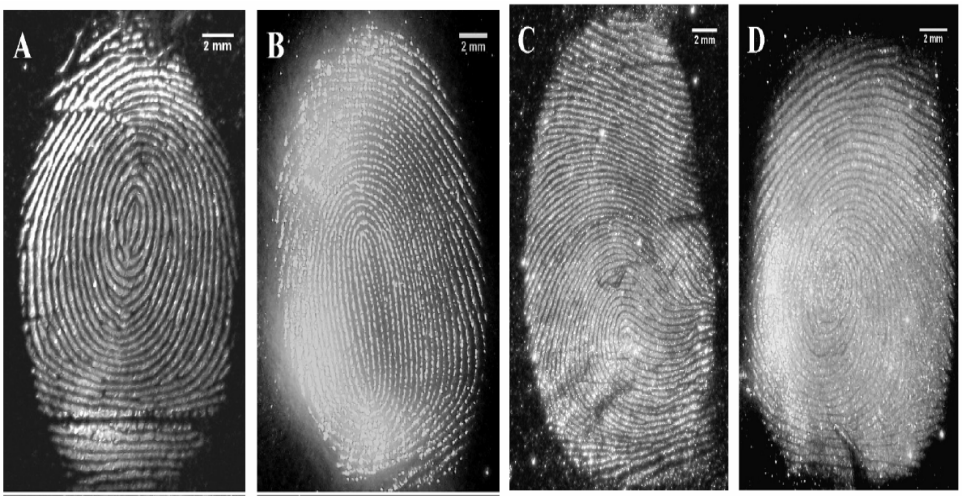
2. การเปรียบเทียบการตรวจหารอยลายนิ้วมือระหว่างผงฟอสเฟอร์เรืองแสงและผงเรืองแสง



ภาพที่ 17 ผลการเปรียบเทียบการตรวจหารอยลายนิ้วมือระหว่างผงฟอสเฟอร์เรืองแสงและผงเรืองแสง

จากภาพที่ 17 เป็นการเปรียบเทียบผง Europium doped strontium aluminate phosphor กับผงเรืองแสงบนกระดาษสี กระดาษที่มีสีแดง ขาวและเหลือง (แผง A) ถูกพิมพ์และตัดเป็น 2 ส่วน ส่วนที่เหลือจากการพิมพ์ทำเครื่องหมายโดยใช้ผง Europium doped strontium aluminate phosphor ในขณะที่ส่วนด้านขวาทำเครื่องหมายด้วยผงเรืองแสง ส่วนที่นูนขึ้นมาบางส่วนของกระดาษแสดงบน 2 ด้านของแสงขาวเนื่องจากการรบกวนของพื้นหลังที่มีสี (แผง B) จากนั้นกระดาษที่ตรวจจะสังเกตภายใต้แสงยูวี (แผง C) แสงยูวีไม่ได้ช่วยมากนักเนื่องจากผลการเรืองแสงของพื้นหลัง แต่เมื่อดับไฟหมดเราได้เห็นแสงนูนบนด้านซ้ายของกระดาษซึ่งก่อนหน้านี้ถูกปัดโดยใช้ผง Europium doped strontium aluminate phosphor และถูกกระตุ้น 2 นาทีภายใต้แสงยูวียาว (แผง D) แสดงว่าผง Europium doped strontium aluminate phosphor มีประสิทธิภาพมากกว่าผงเรืองแสงทั่วไปเนื่องจากสามารถกำจัดพื้นหลังที่ไม่เป็นที่ต้องการให้เรืองแสงได้

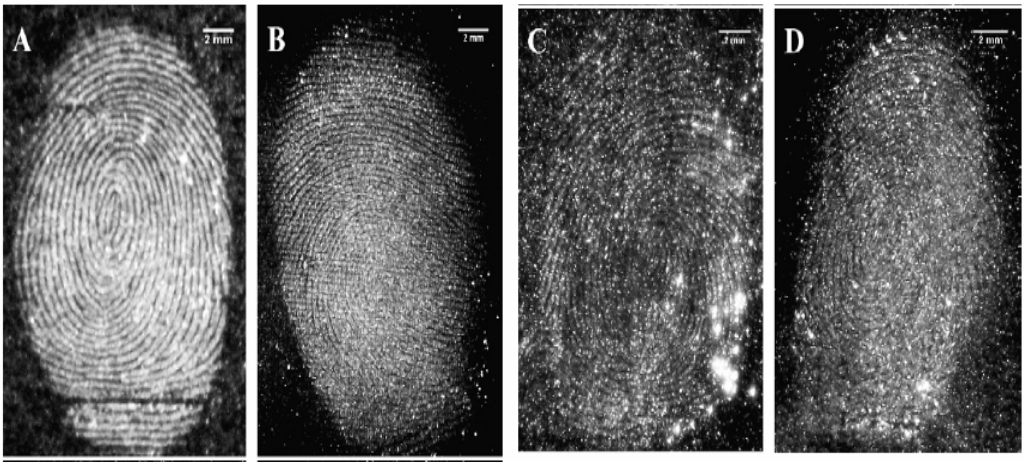
3. **การตรวจหารอยลายนิ้วมือบนวัสดุไม่มีรูพรุน โดยผง** Europium doped strontium aluminate phosphor



ภาพที่ 18 ผลการตรวจหารอยลายนิ้วมือบนวัสดุไม่มีรูพรุน โดยผง Europium doped strontium aluminate phosphor

รอยลายนิ้วมือบนวัสดุต่างๆ เช่น แก้ว กระดาษฟอยอลูมิเนียม กระเบื้องและพลาสติกถูกทดสอบด้วยผง Europium doped strontium aluminate phosphor สามารถตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวที่ไม่มีรูพรุนเหล่านี้ ภาพที่ 18 เป็นรอยนิ้วมือที่ประทับไว้บนกระดาษฟอย (แผง A) แก้ว (แผง B) กระเบื้อง (แผง C) และถุงพลาสติก (แผง D)

4. **การตรวจหารอยนิ้วมือบนวัสดุกึ่งพรุนหรือมีรูพรุนโดยผง** Europium doped strontium aluminate phosphor



ภาพที่ 19 ผลการตรวจหารอยนิ้วมือบนวัสดุกึ่งพรุนหรือมีรูพรุนโดยผง Europium doped strontium aluminate phosphor

ผง Europium doped strontium aluminate phosphor ใช้เพื่อตรวจหารอยนิ้วมือบนพื้นผิวกึ่งพรุนหรือมีรูพรุนซึ่งประกอบด้วยกระดาษ (แผง A) ผ้า (แผง B) ไม้ (แผง C) และหนัง (แผง D) ตามที่เห็นในภาพที่ 19 การทดลองทั้งหมดนี้ทำโดยใช้รอยนิ้วมือใหม่ๆ

5. **ผลของรอยนิ้วมือที่ถูกประทับนานโดยใช้การปัดด้วยผง** Europium doped strontium aluminate phosphor

ภาพที่ 20 ผลของรอยนิ้วมือที่ถูกประทับนานโดยใช้การปัดด้วยผง Europium doped strontium aluminate phosphor

การศึกษานี้ทดสอบประสิทธิภาพของผง Europium doped strontium aluminate phosphor บนรอยนิ้วมือที่ถูกประทับนาน ผลลัพธ์แสดงว่าผงฟอสเฟอร์สามารถตรวจหารอยนิ้วมือได้ดีถึงแม้รอย นิ้วมือจะทิ้งไว้หลายสัปดาห์ก่อนหน้านั้น รูป 20 ภาพรอยนิ้วมือที่ทิ้งไว้ 7 วันบนแก้ว (แผง A) ถุงพลาสติก (แผง B) กระเบื้อง (แผง C) และกระดาษฟอย (แผง D) ประสิทธิภาพของการปัดเพื่อทดสอบขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของรอยนิ้วมือที่เหลืออยู่ ช่วงการศึกษานี้เราได้ตรวจพบรอยนิ้วมือที่ทิ้งไว้ 2 เดือนได้สำเร็จด้วย

6. การทำเครื่องหมายเป็นรอยฟอสเฟอร์เรืองแสงหลังการรมควันด้วยไซยาโนอะคริเลตสำหรับการตรวจหารอยนิ้วมือ

ภาพที่ 21 ภาพรอยฟอสเฟอร์เรืองแสงหลังการรมควันด้วยไซยาโนอะคริเลต สำหรับการตรวจหารอยนิ้วมือ

ในบางกรณีการรมควันไซยาโนอะคริเลตอาจจำเป็นในการทำปัดรอยลายนิ้วมือ ผง Europium doped strontium aluminate phosphor สามารถใช้สำหรับรอยลายนิ้วมือที่ถูกรมควันตามที่เห็นในภาพที่ 21 เป็นภาพรอยลายนิ้วมือที่ใช้การรมควันด้วย ไซยาโนอะคริเลตเท่านั้น (แผง A) และใช้การปัดด้วยผง Europium doped strontium aluminate phosphor หลังการรมควันไซยาโนอะคริเลต (แผง B) ที่ใช้บนแผ่นพลาสติก

7. การเก็บรอยนิ้วมือที่ปัดโดยผง Europium doped strontium aluminate phosphor

ภาพที่ 22 เทปกาวลอกรอยลายนิ้วมือ

รอยนิ้วมือที่ปัดโดยใช้ผง Europium doped strontium aluminate phosphor สามารถนำออกได้โดยเทปกาวลอกรอยลายนิ้วมือและเก็บไว้ในถุงเก็บหลักฐาน รอยนิ้วมือที่ได้สามารถกระตุ้นอีกกี่ครั้งก็ได้ตามที่ต้องการเนื่องจากการศึกษาของเราแสดงให้เห็นว่าไม่มีความแตกต่างในความสามารถเรืองแสงของรอยลายนิ้วมือที่ทำเครื่องหมายไว้เมื่อถูกกระตุ้นอีกครั้ง

Eu2+ doped strontium aluminate phosphor เตรียมได้สำเร็จโดยใช้วิธีไฮโดรเทอร์มอล เมื่อ Europium doped strontium aluminate phosphor ถูกกระตุ้นโดยแสงขาวและแสงยูวีศูนย์กลางการเรืองแสงภายในฟอสเฟอร์จะจับพลังงานบางอย่างและส่งพลังงานนั้นไปที่ศูนย์กลางการเรืองแสงอื่น เมื่อแสงการกระตุ้นที่ถูกตัดออกจากพลังงานจะถูกจับและปล่อยเป็นแสงที่สามารถมองเห็นได้และฟอสเฟอร์เรืองแสงจึงสามารถมองเห็นได้ คุณสมบัติการเรืองแสงยังคงมีอยู่ในขณะที่ Europium doped strontium aluminate phosphor ยังอยู่ตามรอยพิมพ์ที่ทำเครื่องหมายไว้หลายเดือนในสภาพแวดล้อมคงที่ในห้องปฏิบัติการ ตัวบ่งชี้เหล่านี้ผู้วิจัยเสนอแนะว่าผงฟอสเฟอร์มีประโยชน์เป็นสารทำสัญลักษณ์รอยนิ้วมือโดยใช้สัญลักษณ์รอยนิ้วมือใหม่ทั้งหมดบนวัสดุของการชันสูตรต่างๆเช่น กระดาษฟอย แก้ว กระเบื้อง พลาสติก กระดาษและอื่นๆ ผงดังกล่าวยังมีประโยชน์ในการใช้ปัดรอยลายนิ้วมือที่มีอายุนานและถูกรมควันด้วยไซยาโนอะคริเลต ไม่พบการเป็นพิษหรือผลด้านสารตกค้างในการวิจัยนี้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

ผง Europium doped strontium aluminate phosphor มีประโยชน์ในการตรวจหารอยนิ้วมือ เนื่องจากเป็นผงที่ให้ผลเรืองแสงแรงและคุณสมบัติการเรืองแสงอื่น วิธีนี้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล และสามารถกำจัดวัสดุที่เป็นพื้นหลังได้เมื่อเริ่มมีการใช้แปรงขนกระรอกและกล้องธรรมดาที่ไม่ต้องมีเครื่องมือพิเศษหรือแหล่งแสงอื่น

ข้อเสนอแนะ

1.ควรจะมีการเพิ่มจำนวนตัวอย่างของพื้นผิววัสดุที่มีไม่มีรูพรุน, กึ่งพรุนและมีรูพรุนมากกว่านี้ เพื่อให้งานวิจัยมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

ภาคผนวก

Forensic Science International 183 (2009) 45–49

Contents lists available at ScienceDirect

Forensic Science International

journal homepage: www.elsevier.com/locate/forsciint

The effectiveness of strong afterglow phosphor powder in the detection of fingermarks

Li Liu [a,b,*], Zhongliang Zhang [b], Limei Zhang [b], Yuchun Zhai [a]

[a] School of Materials & Metallurgy, Northeastern University, China
[b] Department of Forensic Science & Technology, China Criminal Police University, China

ARTICLE INFO

Article history:
Received 19 August 2008
Received in revised form 6 October 2008
Accepted 7 October 2008
Available online 20 November 2008

Keywords:
Afterglow
Phosphor
Fingermarks
Detection

ABSTRACT

There are numerous types of fluorescent fingermark powders or reagents used with the visualization of latent fingermarks deposited on multicolored substrate surfaces that can present a contrast problem if developed with regular fingermark powders. The developed fingermarks can show bright fluorescence upon exposure to laser, ultraviolet light and other light sources. These kinds of methods share a common concern, where surfaces and other substrates may fluoresce also. To overcome this concern, we have developed a phosphor powder which offers a strong afterglow effect which aid in the establishment of better fingermark detection. With the advent of a phosphor powder no special devices are required and the results obtained from fresh or a few days aged latent fingermarks left on: non-porous; semi-porous and also on some porous surfaces have been good. The strong afterglow effect offered by phosphor powder is also applicable for cyanoacrylate fumed fingermarks. Lift off and photography procedures of the developed fingermarks are incorporated in this paper.

© 2008 Elsevier Ireland Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

Europium doped strontium aluminate phosphors (ESAs) have shown great promise due to their long afterglow properties. Compared with sulfides europium doped strontium aluminate phosphors have shown: excellent photo-resistant; chemical stability; endurance in storage; no radiation was detected; as well as robustness in different environmental conditions. The success of this application has seen a wider acceptance of the use of these phosphorescent phosphors in many fields [1–9]. The use of phosphor materials in forensic applications in latent fingermark detection however has not previously been fully explored.

For the most part powder dusting continues to be the most widely used and is without doubt the most convenient method in the detection of the latent fingermarks at a crime scene. There is a long list of available fingermark powders, such as: grey powder; black powder; fluorescence powders; etc. [10,11]. These powders are usually selected depending on the color of the substrate where the suspect fingermarks may have been left, i.e. for light color surfaces, black or other dark colored powders are preferred as opposed to dark colored surfaces where grey or light colored powders are applied. When primary colors do not necessarily apply and the surface is more colorful then the use of fluorescence fingermark powders can aid us to observe and photograph using UV light to eliminate background effects. However, as more and more substrates and their fluoresce properties evolve, traditional fluorescent powder methods may not provide us with satisfactory results and therefore the use of special devices and/or techniques maybe required to develop the image needed for the detection of fingermarks, i.e. the time-resolved method as well as the other modified methods [12–14].

The use of europium doped strontium aluminate phosphor powder to eliminate background completely for the purposes of latent fingermark detection was the main goal of this exploratory study.

Rare earth europium doped strontium aluminate phosphor was prepared by hydrothermal method [15–18]. The rare earth doped phosphor was ground into fine powder as the dusting agent for latent fingermark detection. This phosphor powder was found to detect unfumed as well as cyanoacrylate fumed fingermarks on various forensic relevant materials including: metal foil; glass; porcelain; a plastic bag; paper; raw wood; fabric; etc. The rare earth doped phosphor powder had the effect of offering strong phosphorescence and an extended afterglow effect. The results suggest that europium doped strontium aluminate phosphor represents a new and useful class of phosphor powder for latent fingermark detection.

* Corresponding author at: Department of Forensic Science & Technology, China Criminal Police University, No. 83 Tawan Street, Huanggu District, Shenyang, Liaoning 110035, China. Tel.: +86 13804060856.
E-mail address: liliu_ccpu@yahoo.com (L. Liu).

0379-0738/$ – see front matter © 2008 Elsevier Ireland Ltd. All rights reserved.
doi:10.1016/j.forsciint.2008.10.008

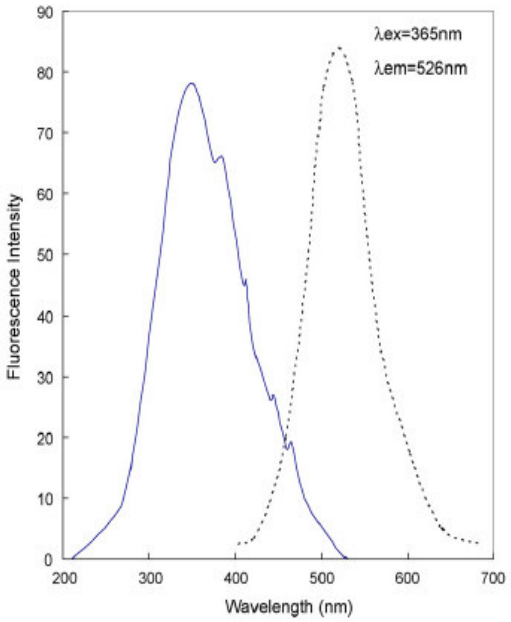


Fig. 1. Luminescence excitation and emission spectra of ESA.

2. Materials and methods

2.1. Chemicals

Aluminium oxide, strontium carbonate, barium carbonate, basic magnesium carbonate, magnesium borate and europium oxide were purchased from the Sinopharm Chemical Reagent Co. Ltd. (Shanghai, China). All chemicals were of analytical grade quality and presented a low risk of toxicity during the study.

2.2. Preparation of phosphor powder

The phosphor sample was prepared using the hydrothermal method. In this study, appropriate oxides and carbonates were used as starting materials. They were milled into a well-mixed composition and placed in an alumina crucible and sintered at around 1300 °C for 2–4 h in a mildly reducing atmosphere producing the desired phosphor material. The required reducing atmosphere was achieved using N_2 vapor containing 20% H_2 around the sample. After allowing the europium doped strontium aluminate phosphor to cool down the sample was ball-ground into fine powder, and identified as ESA powder.

2.3. The detection of fingermarks using ESA powder

A multitude of surface substrates were selected for fingermark experiments. The earlier tests were conducted on non-porous surfaces such as: aluminum foil; glass; porcelain; and plastic and were then applied to semi-porous and porous surfaces such as: leather; fabric; paper; and wood. All the fingermarks were obtained from the same donor and pressed onto the different substrates. Fingermarks from different donors were also tested and similar results were obtained. Then an additional set of 'fresh fingermarks' was used to test for 'aged fingermarking'. In these tests all of the fingermarks were left in the open air for various periods of time in the laboratory. All samples were stored at room temperature and all cyanoacrylate fumed fingermarks tests [11] were performed at the AFC-II cyanoacrylate chamber (Institute of Forensic Science, Ministry of Public Security, PR China). The application of the Phosphor powder was carried out using a Squirrel hair brush to dust the fingermarks. The developed fingermarks were excited under UV400-1 long wavelength (365 nm) UV Lamp (Institute of Forensic Science, Ministry of Public Security, China) for 2 min. The developed fingermarks were then imaged within 3 min after removal from the excitation light. All images were acquired by a 6.1 megapixel Kodak (EasyShare Z650) digital camera.

2.4. Spectroscopic measurements

Photoluminescence spectra were recorded using a FLUOROLOG-2 luminescence spectrophotometer (SPEX, USA). The excitation spectra were obtained by scanning the excitation wavelength from 200 to 500 nm while monitoring the luminescence emission at a fixed wavelength of 526 nm. For the emission spectra, the excitation was fixed at 365 nm but with an emission wavelength that varied between 400 and 700 nm.

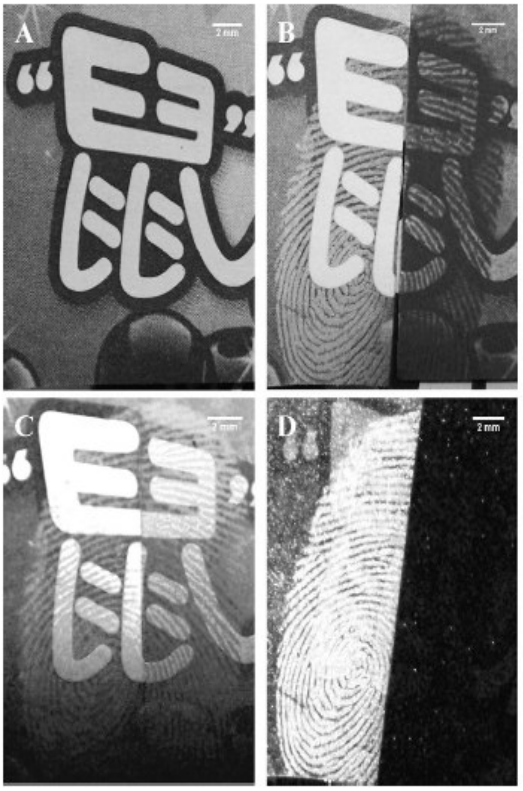


Fig. 2. Fingermark images detected using ESA powder and fluorescent powder on colored paper. The images of panels A and B were taken under white light; the image of panel C was taken under UV light; and the image of panel D was taken in the dark after a 2 min excitation under long UV light. All the images shown here appear as Figs. 3–5 which appear as 8-bit green-channel images of 24-bit-color images [24].

3. Results

3.1. Luminescence excitation and emission spectra

The excitation and emission spectra were examined. In Fig. 1, a broad peak was shown at 365 nm in the excitation spectra. Lower and narrower excitation peaks were detected at 385, 413, 445 and 465 nm. It proved that the phosphor sample was excited by both visible light and UV light. For the emission spectra the main emission peak occurred at 526 nm and thus the afterglow presented as green in the dark.

The broad emission band peaking is attributable to the typical $4f^6 5d^1$ to $4f^7$ transitions of Eu^{2+} [19–23]. The 5d orbits lay the outside ions and are therefore strongly affected by the environment. Consequently, the positioning of the various associated energy levels may vary considerably. Thermal vibrations of the surrounding ions and local vibrations in the lattice structure may result in luminescence spectra with no sharp lines within a relatively broad band.

3.2. A comparison of fingermark detection between phosphorescent powder and fluorescent powder

Fig. 2 shows the comparison of ESA powder with fluorescent powder on colored paper. The paper with a mix of color covering red, white and yellow (panel A) was printed and cut into two parts. The left part of the print was labeled using ESA powder, while the right part was labeled with fluorescent powder. Only parts of the ridges of the paper were shown on both sides under white light because of the disturbance of the colored background (panel B). Then the detected paper was observed under UV light (panel C). The UV light did not help much either because of the background fluoresce effect, however after all the lights were turned off a very good ridge contrast on the left side of the paper, which had previously been dusted using ESA powder and excited after a 2 min under long UV light was obtained (panel D). It showed that ESA powder is more effective than traditional fluorescent powder because it eliminates unwanted background with its strong afterglow effect.

3.3. Detection of fingermarks on non-porous substrates by ESA powder

The fingermarks on different substrates such as: glass; aluminium foil; porcelain; plastic were tested. The ESA powder was able to detect the latent fingermarks on all of these non-

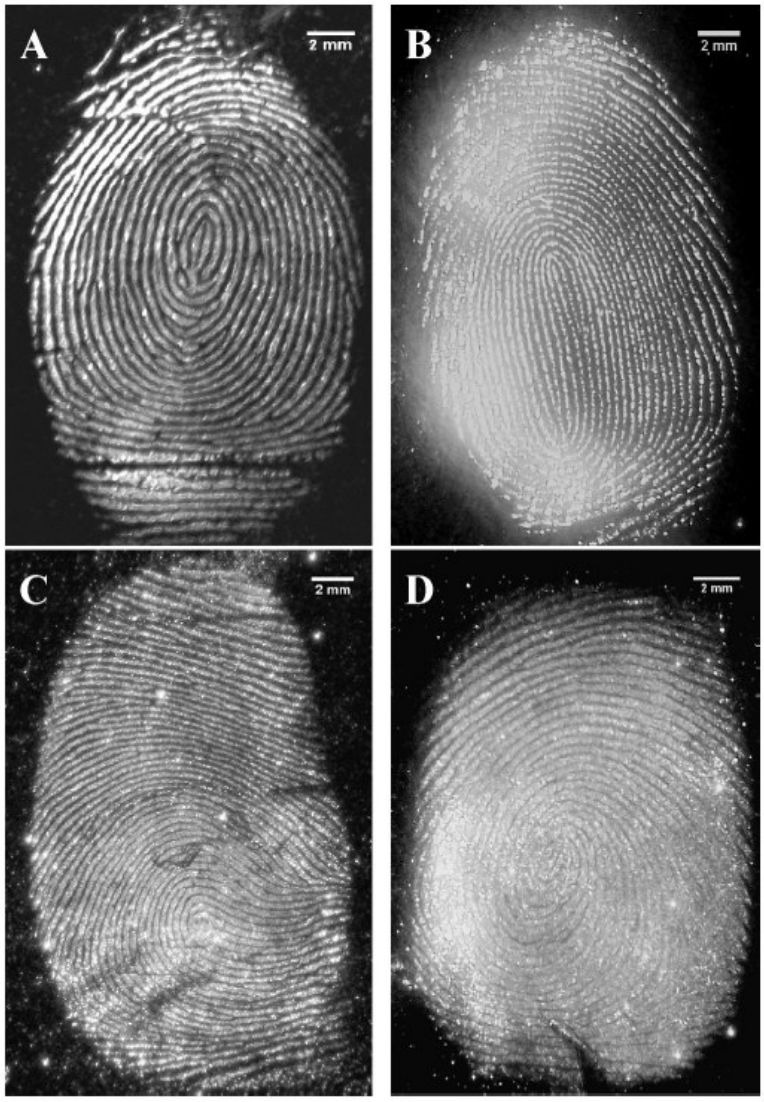


Fig. 3. Images of fingermarks detected by ESA powder on different non-porous substrates such as: foil (A); glass (B); porcelain (C); and a plastic bag (D). All of these experiments were performed using fresh fingermarks. All the images were taken in the dark after the labeled prints were excited under UV light for 2 min.

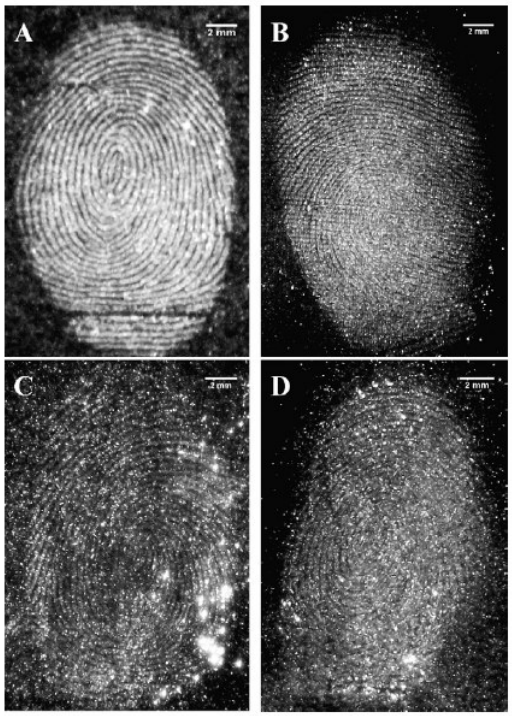


Fig. 4. Fingermark images detected by ESA powder on different semi-porous and porous substrates and the fingermarks images taken were of fingermarks placed on paper (A); fabric (B); wood (C); and leather (D). All of these experiments were performed using fresh fingermarks. All the images were taken in the dark after the labeled prints were excited 2 min under long UV light.

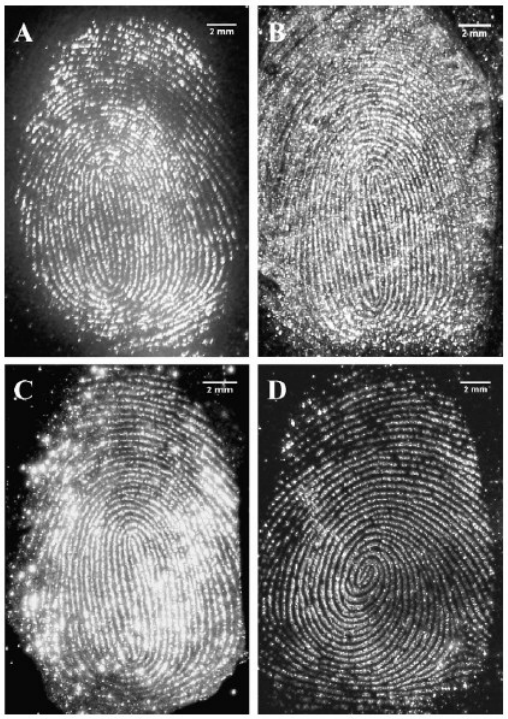


Fig. 5. 7-day-aged fingermark images detected using ESA powder. These 'aged fingermarks' were on: glass (A); a plastic bag (B); porcelain (C); and foil (D). All the images were taken in the dark after the labeled prints were excited under long UV light for 2 min.

porous surfaces. Fig. 3 shows the labeled fingermark on: foil (panel A); glass (panel B); porcelain (panel C); and a plastic bag (panel D).

3.4. Detection of fingermarks on semi-porous or porous substrates by ESA powder

ESA powder is used to detect fingermarks on some semi-porous and porous surfaces showed reasonable detail including: paper (panel A); fabric (panel B); wood (panel C); and leather (panel D) as shown in Fig. 4. All of these experiments were performed using fresh fingermarks.

3.5. Effect of fingermark aging using ESA powder labeling

Whether or not the ESA powder can be useful for aged fingermarks was also part of this study. The result showed that the phosphor powder can successfully detect fingermarks even though they have been left weeks earlier. Fig. 5 shows the labeled 7-day-old fingermarks on: glass (panel A); a plastic bag (panel B); porcelain (panel C); and foil (panel D). The labeling effectiveness depends largely on the component of the fingermark residue. During the course of this study we have also detected some 2-month-aged lipid fingermarks successfully.

3.6. Labeling as phosphorescent stain following cyanoacrylate fuming for the detection of fingermarks

In some cases cyanoacrylate fuming maybe needed to label the fingermarks. ESA powder can then be used for enhancement purposes on the fumed fingermarks also shown in Fig. 6 where the imaged fingermarks using cyanoacrylate fuming only (panel A) and using ESA powder dusting after cyanoacrylate fuming (panel B) applied on a plastic board.

3.7. Lifting of the fingermarks developed by ESA powder

ESA powder developed fingermark can be lifted by fingermark tape and preserved in the evidence bag. The developed fingermarks can be re-excited as many times as needed because our studies reveal that there were no obvious differences observed in the phosphorescence of the labeled fingermarks when re-excited.

4. Discussion

Eu^{2+} doped strontium aluminate phosphor was successfully prepared using the hydrothermal method. When ESA was excited by white or UV light, the luminescent center within the phosphor captures some energy and transfers it to another luminescent center. When the excitation light cut off the captured energy was

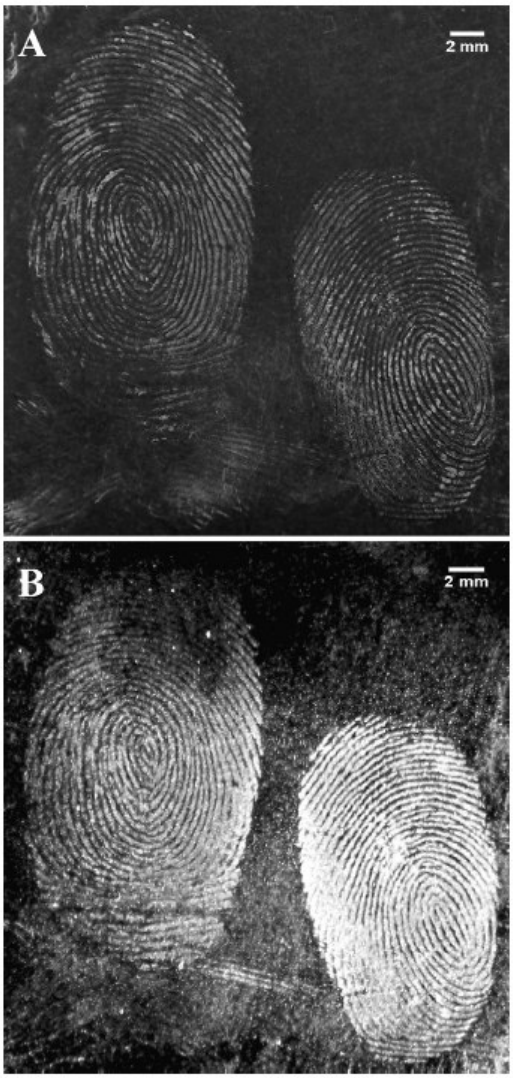


Fig. 6. Comparison of unlabeled (A) and labeled (B) cyanoacrylate fumed fingermarks by cyanoacrylate placed on a plastic board.

released as a visible light and thus the phosphorescence can be seen. The phosphorescence properties remained in tack as the ESA was held in storage along with the labeled prints for several months in a stable environment within the research laboratory. All the indicators suggest that our phosphor powder is useful as fingermark labeling agent. It was used to label all fresh prints on forensic relevant substrates including: foil; glass; porcelain; plastic; paper; etc. It was also effective in the labeling of 'aged' as well as 'cyanoacrylate fumed' fingermarks.

There were no toxicity or residual effects found in this research and the normal protocols used in fingermark detection were followed. Procedurally, DNA investigations would ordinarily take priority over fingermark detection.

In conclusion, this exploratory study indicates that ESA powder is a useful fingermark detection powder due to its strong afterglow effect and other phosphorescence properties, which can be applied to most porous, semi-porous or non-porous surfaces. It is an easy, efficient and effective powder dusting method that can eliminate background substrates with the advent of a squirrel hair brush and an ordinary camera with no special instruments or light sources needed.

Acknowledgement

This work was supported by the Ministry of Public Security of China, Foundation of Application of Innovation (2007YYCXXJXY104).

References

[1] S.R. Jansen, J.M. Migchels, T.H. Hintzen, R. Metselaar, Eu-doped barium aluminium oxynitride with the β-aluminium-type structure as new blue-emitting phosphor, J. Electrochem. Soc. 146 (1999) 800–806.
[2] J.T. Randall, M.H.F. Wilkins, Phosphorescence and electron traps, Proc. R. Soc. London Ser. 184 (1945) 366–407.
[3] R. Sakai, T. Katsumata, S. Komuro, T. Morikawa, Effect of composition on the phosphorescence from BaAl2O4:Eu2+, Dy3+ crystals, J. Lumin. 85 (1999) 149–154.
[4] K. Kaiya, N. Takahashi, T. Nakamura, T. Matsuzawa, G.M. Smith, P.C. Riedi, EPR studies of europium (II)-doped strontium aluminate phosphors, J. Lumin. 87–89 (2000) 1073–1075.
[5] G. Blasse, W.L. Wanmalcer, J.W. ter Vrygt, A. Bril, Fluorescence of Eu2+ activated silicates, Philips Res. Rept. 23 (1968) 189–200.
[6] B. Smets, J. Rutten, G. Hoeks, J. Verlijsdonk, 2SrO·3Al2O3:Eu2+ and 1.29 (Ba, Ca) O 6Al2O3:Eu2+ two new blue-emitting phosphors, J. Electrochem. Soc. 136 (1989) 2119–2123.
[7] E. Nakazawa, T. Mochida, Traps in SrAl2O4:Eu2+ phosphor with rare-earth ion doping, J. Lumin. 72–74 (1997) 236–237.
[8] Q. Li, X. Teng, W. Zhang, X. Huang, C. Zhao, Progress of studies on multi-color long afterglow luminescence materials, Chin. Rare Earth 26 (2005) 62–67.
[9] W. Hoogenstraaten, Electron traps in zinc-sulfide phosphors, Philips Res. Rept. 13 (1958) 515–693.
[10] G.S. Sodhi, J. Kaur, Powder method for detecting latent fingerprints: a review, Forensic Sci. Int. 120 (2001) 172–176.
[11] H.C. Lee, R.E. Gaensslen, Advances in Fingerprint Technology, 2nd edition, CRC Press, New York, 2001, pp. 108–112.
[12] R.H. Murdock, E.R. Menzel, A computer-interfaced time-resolved luminescence imaging system, J. Forensic Sci. 38 (1993) 521–529.
[13] E.R. Menzel, M. Pleil, S. Gangopadhyay, W. Borst, Enhancement of fluorescent fingerprints by time-resolved imaging, Proc. SPIE 743 (1987) 198–202.
[14] I.M. Alaoui, E.R. Menzel, M. Farag, K.H. Cheng, R.H. Murdock, Mass spectra and time-resolved fluorescence spectroscopy of the reaction product of glycine with 1,2-indanedione in methanol, Forensic Sci. Int. 152 (2005) 215–219.
[15] T.R.N. Kutty, R. Jagannathan, Luminescent of Eu2+ in strontium aluminates prepared by the hydrothermal method, Mater. Res. Bull. 25 (1990) 1355–1362.
[16] J. Chen, Q. Song, A new type phosphor SrAl2O4:Eu with long afterglow luminescence, J. Appl. Sci. 14 (1996) 108–112.
[17] X. Zhang, Y. Zhai, S. Wu, Synthesis of night-luminous phosphors with high luminescence and slow luminescent decay, Eng. Chem. Metall. 19 (1998) 109–112.
[18] S. Guo, Q. Zeng, Research developments of europium-doped strontium aluminates luminescent materials, Chem. Res. Appl. 16 (2004) 6–10.
[19] H. Yamamoto, T. matsuzawa, Mechanism of long phosphorescence of SrAl2O4:Eu2+, Dy3+ and CaAl2O4:Eu2+, Nd3+, J. Lumin. 72–74 (1997) 287–289.
[20] F.C. Palilla, A.K. Levine, M.R. Tomkus, Fluorescent properties of alkaline earth aluminates of the type MAl2O4 activated by divalent europium, J. Electrochem. Soc. 115 (1968) 642–644.
[21] D. Haranath, V. Shanker, H. Chander, P. Sharma, Tuning of emission colours in strontium aluminate long persisting phosphor, J. Phys. D: Appl. Phys. 36 (2003) 2244–2248.
[22] J.M.P.J. Verstegen, J.L. Sommerdijk, A. Bril, Short communication line emission of SrAl12O19:Eu2+, J. Lumin. 9 (1974) 420–423.
[23] Y. Meng, D. Wang, L. Li, Z. Shi, Effect of Sr/Al ratios on phases and luminescent properties of strontium aluminate doped with rare earths, J. Chin. Rare Earth Soc. 23 (2005) 277–280.
[24] L. Liu, S.K. Gill, Y. Gao, L.J. Hopeweeks, K.H. Cheng, Exploration of the use of novel SiO2 nanocomposites doped with fluorescent Eu3+/sensitizer complex for latent fingerprint detection, Forensic Sci. Int. 176 (2008) 163–172.

บรรณานุกรม

ฑีฆายุ ชินะนาวิน. ข้อเท็จจริงจากประวัติรอยลายนิ้วมือ. วารสารนิติวิทยาศาสตร์ 2506 ; ปีที่ 2 เล่มที่ 2 : 89 – 91.

สวลี ลิมป์รัชตวิชัย. การหาระยะเวลานานที่สุดที่สารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงด้วยผงฝุ่น. วิทยานิพนธ์สาขานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. 2540.

อรรถพล แช่มสุวรรณวงศ์และคณะ, พล.ต.ท. นิติวิทยาศาสตร์ 2 เพื่อการสืบสวนสอบสวน (Forensic Science 2 for Crime Investigation). พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ. 2544.

http://www.google.com

http://www.sciencedirect.com

http://th.wikipedia.org