

การทบทวนเทคนิคและมาตรฐานการจัดการในการตรวจเอกลักษณ์บุคคลทางด้าน DNA และ ข้อเสนอสำหรับกรณีที่มีการเสียชีวิตจำนวนมากจากภัยพิบัติในประเทศไทย

ธีรพร เหลืองรังษิยากุล
กลุ่มงานนิติเวช โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา

บทคัดย่อ

ในสถานการณ์ที่มีการเสียชีวิตจำนวนมาก จำเป็นที่จะต้องพิสูจน์ทราบว่าผู้เสียชีวิตคือใครวิธีการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลที่เหมาะสมทำได้หลายวิธี ได้แก่ การยืนยันบุคคลโดยการเปรียบเทียบลักษณะฟัน การเปรียบเทียบลายพิมพ์นิ้วมือรวมถึงการใช้สารพันธุกรรม (ดีเอ็นเอ) แต่ในกรณีที่ศพที่ถูกทำลาย เน่าสลาย หรือเป็นชิ้นส่วนกระจัดกระจาย ซึ่งยากที่จะใช้การพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลด้วยวิธีอื่น ๆ การตรวจยืนยันด้วยดีเอ็นเอ ยังมีความจำเป็นมากขึ้นกว่าวิธีอื่น ๆ กรณีเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในประเทศไทยมีการใช้ดีเอ็นเอในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลหลายครั้ง ได้แก่ เหตุการณ์คลื่นสึนามิถล่มเมื่อปี พ.ศ. 2547 เหตุการณ์เรือนักท่องเที่ยวล่มในจังหวัดภูเก็ตเมื่อปี พ.ศ. 2561 และกรณีจ่าคลังใช้อาวุธปืนสงครามยิงใส่เหยื่อที่จังหวัดนครราชสีมาปี พ.ศ. 2563 แต่การตรวจวิธีนี้มีค่าใช้จ่ายสูง ควรเลือกใช้ในกรณีที่ไม่อาจพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลได้ด้วยวิธีอื่น และเพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เขียนจึงได้ทำการทบทวนหลักการและขั้นตอนของการตรวจเปรียบเทียบเอกลักษณ์บุคคลด้วยการใช้ดีเอ็นเอในระดับสากล พร้อมข้อเสนอแนะเพื่อเตรียมความพร้อมหากเกิดเหตุการณ์ในประเทศไทย เพื่อให้มีการจัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงานด้านดีเอ็นเอที่หน่วยงานในประเทศไทยยอมรับได้บูรณาการการดำเนินงานและมอบหมายหน้าที่แก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจัดเตรียมทรัพยากรไว้ในหน่วยงานส่วนกลาง และมีการซักซ้อมตามแผนที่ได้วางไว้อย่างสม่ำเสมอ ขั้นตอนกระบวนการเหล่านี้จะช่วยให้การดำเนินงานการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลเกิดผลสัมฤทธิ์ที่ดียิ่งขึ้น

คำสำคัญ: มหันตภัยหมู่ ดีเอ็นเอ การพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล

Abstract: Review techniques, management standards and suggestion for DNA identification from disasters in Thailand

Theerepon Lueangrangsiyakul*

*Department of Forensic Medicine, Maharat Nakhon Ratchasima Hospital

In a situation where there are many deaths, it was necessary to identify who the deceased was. There are several methods for specific identification, including dental, fingerprint, and DNA comparison. Especially the corpses who have been burnt, decomposed, or fragmented. It is difficult to use other affirmative methods. In Thailand, DNA identification has been used to prove the identity of the person several times, including the tsunami even in 2004, the incident of a tourist boat capsized in Phuket in 2018. A frantic sergeant fired a gun at the victims in Nakhon Ratchasima in 2019. It seems that the DNA testing is still necessary for the human identical process. But this is so expensive. The researcher reviewed the principles and international standard procedures of DNA comparing. The suggestion of the entire system to be faster and more efficient when the disaster happened in Thailand. It proposes to establish standards of DNA operations acceptable to agencies in Thailand. Since the integrated task and duties assigned for agencies. Resource preparation and rehearsal regularly from a central unit is a key success for improving human identification.

Keyword: Disaster, DNA, Human identification

บทนำ

การใช้สารพันธุกรรม (ดีเอ็นเอ) ที่บ่งบอกถึงลักษณะที่จำเพาะของแต่ละบุคคลได้ถูกนำมาใช้ในหลายเหตุการณ์¹⁻³ เช่นเหตุการณ์ตึกเวิร์ลเทรดเซ็นเตอร์ถล่มเมื่อปี พ.ศ. 2544 มีผู้เสียชีวิต 1,583 ราย⁴ และเหตุการณ์คลื่นสึนามิถล่มจังหวัดชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ. 2547 จนทำให้มีผู้เสียชีวิตกว่า 5,000 ราย⁵ แต่การพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลโดยอาศัยการตรวจดีเอ็นเอมีค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบสูงและต้องใช้เวลาานานกว่าการยืนยันบุคคลโดยวิธีอื่นอาจทำให้เป็นภาระด้านงบประมาณของประเทศที่ประสบภัยพิบัติ อย่างไรก็ตามการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลโดยอาศัยการตรวจดีเอ็นเอยังเป็นวิธีที่สำคัญ ผู้เขียนจึงได้ทำการทบทวนเทคนิควิธีการตรวจดีเอ็นเอ และการบริหารจัดการรวมทั้งให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปใช้ในกรณีหากเกิดภัยพิบัติและมีผู้เสียชีวิตจำนวนมากในประเทศไทย

การตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลด้วยดีเอ็นเอหลายขั้นตอนตั้งแต่การรวบรวมข้อมูล เก็บตัวอย่างที่เหมาะสมการใส่รหัสของสิ่งส่งตรวจการบันทึกข้อมูล และการรักษาสภาพตัวอย่างก่อนส่งตัวอย่างเพื่อทำการตรวจวิเคราะห์ทั้งนี้อาจรวบรวมเป็นขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล และตัวอย่างก่อนส่งตรวจวิเคราะห์
2. การตรวจวิเคราะห์ดีเอ็นเอ
3. การเปรียบเทียบและแปลผลการตรวจ

การเก็บรวบรวมข้อมูล และตัวอย่างก่อนส่งตรวจวิเคราะห์ (pre-DNA analytical process)

ข้อมูลที่ต้องรวบรวมเพื่อนำมาเปรียบเทียบในการตรวจวิเคราะห์ดีเอ็นเอ ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ 1) ข้อมูลผู้สูญหาย (ante mortem data) และ 2) ข้อมูลจากการตรวจศพ (postmortem data)

ข้อมูลผู้สูญหายเป็นข้อมูลที่นำมาใช้สำหรับเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจศพ โดยข้อมูลส่วนนี้อาจได้มาจากญาติ หรือจากผู้ที่มีความใกล้ชิดกับผู้สูญหายมาให้รายละเอียดไว้กับศูนย์แจ้งบุคคลสูญหาย เช่น ในกรณีของตีกเวิลด์เทรตเซ็นเตอร์กล่มนั้น ได้กำหนดให้มี Family Assistance Center (FAC) เป็นหน่วยงานหลักที่รับผิดชอบรับแจ้งและรวบรวมข้อมูล (information gathering) และทำการเก็บตัวอย่างสิ่งส่งตรวจ (material handling) จากครอบครัวผู้สูญหายเป็นต้นขึ้นตอนดังกล่าวดำเนินการโดยเจ้าหน้าที่ผู้ซึ่งผ่านการอบรมวิธีการสัมภาษณ์และวิธีการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบบันทึกข้อมูลที่ได้เตรียมไว้ก่อนการเกิดเหตุการณ์เพื่อป้องกันความสับสนของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน และทำให้ข้อมูลที่ได้มีความครบถ้วนสมบูรณ์จากสรุปผลการทำงานศูนย์รับแจ้งบุคคลสูญหาย ในกรณีของเวิลด์เทรตเซ็นเตอร์กล่ม⁴ พบว่า มีการแจ้งข้อมูลที่ซ้ำซ้อนกันหรือข้อมูลที่ขัดแย้งกันในบุคคลสูญหายที่เป็นรายเดียวกัน ความผิดพลาดเหล่านี้ อาจเกิดได้จาก การแจ้งด้วยชื่อที่แตกต่างกัน การสะกดชื่อที่แตกต่างกัน หน่วยงานซึ่งทำหน้าที่รับแจ้งข้อมูลมีหลายหน่วยงาน หรือผู้ทำการสัมภาษณ์ใช้เทคนิควิธีที่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้บันทึกข้อมูลผู้สูญหายควรได้รับการฝึกอบรม มีความเข้าใจในขั้นตอนการสัมภาษณ์ ต้องมีความแน่ใจในข้อมูลที่จะบันทึก เช่น ชื่อผู้สูญหายที่ใช้เป็นทางการ รวมถึงบันทึกว่าใครเป็นผู้ให้ข้อมูล และใครเป็นผู้บันทึกหากมีปัญหาของข้อมูลดังกล่าวสามารถที่จะติดตามผู้ให้ข้อมูลเพื่อขอรายละเอียดเพิ่มเติมได้ในภายหลัง

ในส่วนของแบบฟอร์มที่ใช้บันทึกข้อมูลนั้นมีความแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ เช่น yellow form ใช้สำหรับเก็บข้อมูลของบุคคลสูญหายตามมาตรฐานของตำรวจสากล⁶ หรือ DMORT form ที่ใช้ในประเทศอเมริกา เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามควรที่จะต้องมีการซักซ้อมทำความเข้าใจในเรื่องรายละเอียดของแบบฟอร์มต่าง ๆ ให้แก่เจ้าหน้าที่ที่สัมภาษณ์เก็บข้อมูล เพื่อป้องกันการเข้าใจผิด ช่วยลดความผิดพลาดในการลงข้อมูล การบันทึกข้อมูลหรือการบันทึกเลขหมายกำกับตัวอย่างด้วยลายมือเขียนเพิ่มความผิดพลาดของข้อมูลได้มากขึ้น จึงแนะนำว่าหากเป็นไปได้ควรใช้รหัส barcode เข้ามาช่วย⁴

ส่วนข้อมูลที่เก็บจากผู้เสียชีวิตนั้นเจ้าหน้าที่ที่ทำการตรวจศพ ภายใต้การกำกับของศูนย์ชันสูตรเอกลักษณ์บุคคล (identification center) จะเป็นผู้เก็บรวบรวมข้อมูล

การให้หมายเลขลำดับข้อมูล (numbering) พบว่าแนวทางการปฏิบัติขององค์การอนามัยโลก (WHO)⁹ ไม่มีการกล่าวถึงในเรื่องการให้หมายเลขของข้อมูลผู้สูญหายแต่มีการกล่าวถึงในระบบปฏิบัติงานกรณีเวิลด์เทรตเซ็นเตอร์กล่ม⁴ โดยในส่วนข้อมูลผู้สูญหายนั้นจะมีตัวเลขอยู่สองตัวเลข คือ ตัวเลขของบุคคลสูญหายที่ได้รับแจ้ง และตัวเลขที่ระบุถึงของใช้ส่วนตัวที่ญาติผู้สูญหายได้นำมาเปรียบเทียบ ดังนั้นตัวเลขบุคคลสูญหายอาจประกอบด้วยตัวเลขของตัวอย่างสิ่งส่งตรวจอีกหลายหมายเลขเนื่องจากการนำตัวอย่างส่งมาในแต่ละวัน และตัวอย่างที่มาในแต่ละวันนั้นมีความจำเป็นที่จะต้องแยกออกเป็นคนละหมายเลขเพื่อป้องกันการสับสนและปนเปื้อนของสิ่งส่งตรวจบรรจุภัณฑ์ของตัวอย่างผู้สูญหายที่สมบูรณ์ก่อนทำการจัดเก็บจะประกอบด้วยชื่อผู้สูญหาย วันเกิด หมายเลขกำกับผู้สูญหายและหมายเลขตัวอย่างที่ตรวจเปรียบเทียบ ซึ่งต้องมีให้ครบก่อนทำการส่งต่อให้ห้องปฏิบัติการ อาจติดอยู่ที่หน้าซองเพื่อความชัดเจนก่อนทำการบันทึกเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลผู้สูญหาย

ส่วนตัวเลขกำกับตัวอย่างที่เก็บจากผู้เสียชีวิต ต้องสามารถย้อนกลับไปยังศพนั้น ๆ ได้ จึงให้ใช้หมายเลขเดียวกับการตรวจศพ แต่มีการระบุว่าเป็นตัวอย่างจากส่วนไหนของศพ ในเหตุการณ์คลื่นสึนามิ การให้หมายเลขกำกับตัวอย่างสิ่งส่งตรวจดีเอ็นเอ ใช้หมายเลขที่เชื่อมโยงกับหมายเลขตรวจศพและระบุว่าเป็นส่วนใด หมายเลขที่ลำดับข้อมูลตัวอย่างตรวจดีเอ็นเอ มีจำนวน 13 หลัก จึงมีการนำระบบ barcode มาใช้เพื่อป้องกันการผิดพลาดในการเขียนตัวเลขด้วยมือ

การส่งต่อและการจัดการข้อมูล (tracking and chain of custody) ในกรณีที่มีข้อมูลเป็นจำนวนมากทั้งในส่วนข้อมูลของญาติผู้เสียชีวิต และข้อมูลของผู้เสียชีวิตต้องมีการจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลไว้มีระบบส่งต่อ

ข้อมูลต่าง ๆ และสุดท้ายคือการเปรียบเทียบของทั้งสองฐานข้อมูลหากเป็นการเก็บข้อมูลและผลการตรวจดีเอ็นเอด้วยวิธี Manual จะทำให้เกิดความยุ่งยากในการสืบค้นข้อมูล และเกิดความผิดพลาดได้ง่ายในกรณีเวิร์ลด์เทรตเซ็นเตอร์กล่มได้มีการจัดการข้อมูลเป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมด แม้ว่าแต่ละหน่วยงานจะมีฐานข้อมูลของตนเอง ซึ่งอาจจัดเก็บด้วยโปรแกรมที่แตกต่างกัน แต่โปรแกรมเหล่านี้สามารถที่จะเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ เข้าหากันได้ การเชื่อมต่อกันระหว่างแต่ละฐานข้อมูลทำให้ไม่ต้องการลงข้อมูลใหม่ ลดความผิดพลาดที่อาจเกิดจากลงข้อมูลไม่ครบถ้วน ลดภาระงาน รวมทั้งสามารถเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลดีเอ็นเอ CODIS ซึ่งเป็นฐานข้อมูลด้านดีเอ็นเอที่ใหญ่ที่สุดของหน่วยงาน FBI ได้อีกด้วย ในกรณีของเวิร์ลด์เทรตเซ็นเตอร์กล่มพบว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ถูกพัฒนาโดยนักเขียนโปรแกรมเอกชนที่ได้รับจ้างให้มาช่วยจัดการโปรแกรมที่ใช้เก็บข้อมูล ฐานข้อมูลเหล่านี้เป็นข้อมูลที่ต้องทำการ update อยู่ตลอดเวลา ดังนั้นจึงต้องมีทีมของผู้พัฒนาโปรแกรมทำงานที่สำนักงานของแต่ละหน่วยเพื่อควบคุมและปรับปรุงระบบการทำงานของเครือข่ายภายใน รวมถึงการมีกระบวนการตรวจสอบข้อมูลของหน่วยงานทั้งหมดเพื่อแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการผิดพลาดระหว่างหน่วยงาน เช่น ข้อมูลมีการขาดหายไป มีการซ้ำซ้อนของข้อมูล หรือตัวอย่างที่ส่งตรวจมีไม่ตรงกับข้อมูลที่รับแจ้ง เป็นต้น

การทำงานของระบบการจัดการข้อมูลนั้นจะควบคุมในเรื่องการบรรจุสิ่งส่งตรวจการใส่หมายเลข การส่งต่อ ซึ่งผู้ที่จะเข้าสู่ระบบเพื่อปฏิบัติงานได้นั้นจะต้องได้รับการกำหนดหน้าที่ของตนไว้อย่างชัดเจนโดยสามารถเข้าสู่โปรแกรมได้ในส่วนที่เป็นหน้าที่ปฏิบัติงาน หรือในส่วนที่ได้รับมอบหมายเท่านั้น โดยมีการแสดงตัวตนด้วยการใส่หมายเลขประจำตัวของตนเอง เพื่อป้องกันการสับสนและเพื่อความเป็นระเบียบ

การเก็บตัวอย่างสิ่งส่งตรวจ (material handling) เป็นขั้นตอนที่ควรใช้ความระมัดระวังเพื่อไม่ให้เกิดการป้องกันการปนเปื้อนของแต่ละตัวอย่างรวมทั้งป้องกันการเสื่อมสลายเมื่อเก็บดีเอ็นเอได้แล้วเนื่องจากการหาดีเอ็นเอมีความไวสูง และเสื่อมสลายได้ง่าย ดังนั้นผู้ทำการเก็บตัวอย่าง และควรปฏิบัติตาม chain of custody ทั้งนี้เพื่อให้การย้อนกลับไปสู่ผู้เป็นเจ้าของดีเอ็นเอนั้นทำได้อย่างถูกต้อง⁷ ตัวอย่างสิ่งส่งตรวจสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) ตัวอย่างเซลล์ของผู้เสียชีวิตเองก่อนเกิดเหตุภัยพิบัติ และตัวอย่างเซลล์เนื้อเยื่อจากครอบครัวผู้เสียชีวิต (ante mortem specimens) และ 2) ตัวอย่างเนื้อเยื่อจากผู้เสียชีวิต (postmortem specimens)

ตัวอย่างเซลล์ของผู้สูญหายหรือผู้เสียชีวิตเองก่อนเกิดเหตุภัยพิบัติ เป็นการตรวจเปรียบเทียบโดยตรง (direct matching) ทำการตรวจหาดีเอ็นเอจากเซลล์หรือของใช้ส่วนตัวต่าง ๆ ของผู้สูญหาย หากเป็นของใช้ส่วนตัว ต้องแน่ใจว่าเป็นของใช้แต่ละชิ้นไม่ได้ใช้ร่วมกับผู้อื่น และควรระบุว่าใครเป็นผู้นำส่ง เพื่อว่าหากมีปัญหาเจ้าหน้าที่จะสามารถติดต่อกลับได้ ตัวอย่างดีเอ็นเอของผู้สูญหายอาจแบ่งได้เป็น⁸ 1) ตัวอย่างที่มีคุณภาพดีเอ็นเออยู่ในเกณฑ์ดี เช่น มีดีเอ็นเอโปรไฟล์ที่แปรปรวนชัดเจนในที่ใช้แล้ว คราบเลือดแห้ง ตัวอย่างเลือดหรือเนื้อเยื่อที่เก็บไว้ที่โรงพยาบาล เช่น เลือดหรือน้ำเชื้อสุมที่ผู้สูญหายได้เคยบริจาคไว้ สายสะดือแห้ง 2) ตัวอย่างที่มีคุณภาพดีเอ็นเออยู่ในเกณฑ์พอใช้ได้ เช่น ตัวอย่างชิ้นเนื้อที่อยู่ในบล็อกรพาราฟิน ที่แช่ด้วยฟอร์มาลิน นานน้อยกว่า 6 ชั่วโมง ดีเอ็นเอก็ยังไม่มีการเสื่อมสภาพมาก แต่หากเป็นชิ้นเนื้อที่เก็บไว้ตรวจทางพยาธิต่าง ๆ ที่มีการแช่ฟอร์มาลินไว้นาน ๆ จะทำให้ยากต่อการตรวจหาดีเอ็นเอ

การเก็บตัวอย่างสิ่งส่งตรวจจากญาติผู้เสียชีวิตองค์การอนามัยโลก⁹ และ Armed Force DNA Identification Laboratory (AFDIL)¹⁰ ได้แนะนำในเรื่องการเก็บตัวอย่างไว้ดังนี้

- เลือด ผู้ที่ได้รับการเก็บเลือดไม่ควรได้รับบริจาคเลือดมาก่อนในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา ถ้าหลีกเลี่ยงได้ แนะนำว่าให้ใช้ตัวอย่างอื่น เช่น รากผม หรือเยื่อกระดูกฟุ้งแก้มแทน เลือดที่เก็บสามารถเก็บได้จากทั้งหมด

เลือดดำหรือเลือดจากปลายนิ้วก็ได้ จากนั้นเก็บไว้ในหลอดที่เก็บเลือดที่ภายในบรรจุ 5 cc. potassium EDTA พร้อมทั้งตรวจสอบฉลากให้เรียบร้อย

- เยื่อบุกระพุ้งแก้ม เป็นวิธีที่ทำได้ง่ายปลอดภัย ดังนั้นก่อนทำการเก็บตัวอย่าง แนะนำให้ผู้ถูกเก็บกดทานอาหารอย่างน้อย 1 ชั่วโมง และบ้วนปากให้สะอาดเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเศษอาหาร ส่วนวิธีการเก็บนั้นเก็บเซลล์ที่อยู่ภายในช่องปากโดยการใช้ไม้พันสำลีที่สะอาดและแห้ง จำนวน 2 ไม้ บริเวณแรกเก็บโดยการถูที่บริเวณภายในกระพุ้งแก้มด้านซ้าย ส่วนอีกไม้ก็ถูบริเวณภายในกระพุ้งแก้มด้านขวา จากนั้นทำการติดฉลาก ก่อนปล่อยให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง หากไม่ปล่อยให้แห้งก่อนอาจทำให้แบคทีเรียที่อยู่ภายในช่องปากย่อยสลายดีเอ็นเอได้นอกจากการใช้ไม้พันสำลีอาจใช้ไม้ที่ใช้เก็บตัวอย่างจากเยื่อบุช่องคลอดก็ได้ เนื่องจากว่าสามารถทำให้แห้งได้ง่าย

- เส้นผมติดราก เก็บเส้นผมอย่างน้อยประมาณ 10 ถึง 15 เส้น จากบริเวณที่แตกต่างกันบนหนังศีรษะ

การเก็บตัวอย่างสิ่งส่งตรวจจากศพผู้เสียชีวิต (postmortem specimens) จากคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก⁹ ได้ให้คำแนะนำถึงขั้นตอนของการเก็บตัวอย่างดังต่อไปนี้คือ หน่วยงานที่เก็บตัวอย่างดีเอ็นเอจากการตรวจศพ ควรจัดเป็นหน่วยหลังสุดต่อจากหน่วยที่ทำการตรวจและบันทึกพินแล้ว เนื่องจากว่าบางครั้งอาจจำเป็นต้องเก็บตัวอย่างพินเพื่อนำไปตรวจดีเอ็นเอ จึงต้องทำการตรวจลักษณะพินให้เรียบร้อยก่อนแต่หากว่าหน่วยที่เก็บตัวอย่างดีเอ็นเอไม่สามารถเก็บตัวอย่างพินได้ หรือหากต้องผ่านขั้นตอนของการเก็บตัวอย่างดีเอ็นเอก่อน อาจทำข้อตกลงกับหน่วยตรวจพินให้ทำหน้าที่เก็บตัวอย่างพินเพื่อส่งตรวจดีเอ็นเอแทนทั้งนี้ในส่วนของผู้เจ้าหน้าที่ทำหน้าที่จัดเก็บตัวอย่างของผู้เสียชีวิต ควรได้รับการฝึกอบรมภายใต้การควบคุมของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้มีความสามารถเลือกเก็บสิ่งส่งตรวจที่เหมาะสมที่สุดและควรได้รับการอบรมเพิ่มเติมตามแผนที่ได้เตรียมไว้ก่อนเริ่มปฏิบัติงานจริง อาจใช้เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ หรือนักมานุษยวิทยาที่มีความชำนาญโบราณคดีและโครงสร้างกระดูก (anthropologist) ช่วยในการเก็บตัวอย่าง

การจัดเตรียมอุปกรณ์เบื้องต้นสำหรับหน่วยเก็บตัวอย่างดีเอ็นเอนี้ AFDIL ได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า¹⁰ ควรประกอบด้วย

1. ชุดคลุมป้องกันการติดเชื้อของผู้ปฏิบัติงาน ได้แก่ เสื้อคลุม ถุงมือ หมวก หน้ากาก แวนตา
2. สารละลายที่ใช้ทำความสะอาดอุปกรณ์ ได้แก่ สบู่ ผงซักฟอกหรือสารละลาย 5% sodium hypochlorite
3. อุปกรณ์ที่ใช้เก็บตัวอย่าง ได้แก่ มีดผ่าตัด เลื่อยตัดกระดูก คีมหรือปากคีบควรเปลี่ยนใบมีดและถุงมือทุกครั้งหลังจากทำการเก็บตัวอย่าง หรือหากเป็นอุปกรณ์ชนิดคีมเลื่อยหรือปากคีบที่ใช้ตัดกระดูกหรือหยิบจับสิ่งส่งตรวจ จะต้องทำความสะอาดทุกครั้งเพื่อป้องกันการปนเปื้อนกันในแต่ละร่างของผู้เสียชีวิต
4. อุปกรณ์ที่ใช้บรรจุสิ่งส่งตรวจ ได้แก่ หลอดเก็บตัวอย่าง ปากกาเขียนหมายเลขที่มีคุณสมบัติกันน้ำ เทปติดหมายเลข พลาสติกกันน้ำ

สำหรับการเก็บตัวอย่างดีเอ็นเอจากศพนั้นขึ้นกับสภาพศพในระยะต่าง ๆ ซึ่งองค์การอนามัยโลก⁹ และ Armed Force DNA Identification Laboratory (AFDIL)¹⁰ ได้แนะนำไว้ดังนี้

1. ศพที่เก็บอยู่ในสภาพสมบูรณ์
 - เลือด ใช้เลือดประมาณ 10 มิลลิลิตร เก็บใส่หลอดที่ได้รับการติดฉลากแล้ว ภายในใส่สารป้องกันการเลือดแข็งตัว เช่น potassium EDTA หากต้องการเลือดเพื่อตรวจด้านอื่นด้วย เช่น สารพิษ ควรแยกภาชนะเก็บต่างหาก

- กล้ามเนื้อ เลือกกล้ามเนื้อในส่วนที่ไม่มีการปนเปื้อนและอยู่ในส่วนที่มีลักษณะเน่าน้อยที่สุดของร่างกายและพยายามหลีกเลี่ยงบริเวณที่มีการทำลายของเนื้อเยื่อมาก ๆ บริเวณที่เก็บได้แก่ กล้ามเนื้อที่บริเวณต้นขา หรือกล้ามเนื้อหัวใจ เลือกมาปริมาณ 10 กรัม หรือขนาดประมาณ 2 เซนติเมตร เก็บใส่ภาชนะที่มีฝาเกลียวปิดมิดชิดโดยทาง AFDIL แนะนำให้เก็บ 2 ตัวอย่างต่อ 1 ร่างเพื่อนำไปเปรียบเทียบกัน

2. ศพที่อยู่ในสภาพถูกเผา

โดยทั่วไปดีเอ็นเอจะถูกทำลายในสิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง ในกรณีที่ศพยังถูกเผาไม่หมด ควรเลือกเก็บกล้ามเนื้อในส่วนที่อยู่ลึกที่สุดของร่างกาย และเลือดที่อยู่ภายในหัวใจ แต่ในกรณีศพถูกเผาจนหมด ควรปรึกษาไปทางห้องปฏิบัติการเพื่อขอคำแนะนำในการเลือกเก็บในบริเวณที่เหมาะสมที่สุดซึ่งจากกรณีของ WTC กระดูกส่วนซี่โครง และ กระดูกยาว เช่น กระดูกต้นขา เป็นส่วนที่สามารถทำการตรวจได้ผลดีที่สุด¹⁰

3. ศพที่มีสภาพเน่า หรือโครงกระดูก

- กระดูก เก็บที่บริเวณ cortical bone ของ long bone และพยายามหลีกเลี่ยงบริเวณที่เป็นตำแหน่งสำคัญของกระดูกที่ช่วยในการแยกแยะของนักมานุษยวิทยา และส่วนที่เป็นส่วนข้อต่อของกระดูก จากประสบการณ์การตรวจดีเอ็นเอจากกระดูกของ AFDIL พบว่า กระดูกที่ได้จากซี่โครงและกระดูกยาว เช่น กระดูกต้นขา ให้ผลการตรวจพบดีเอ็นเอดีที่สุดในเมื่อเทียบกับชิ้นส่วนกระดูกอื่น ๆ โดยเลือกขนาดประมาณ 1-2 ซม. x 4-6 ซม. x 0.5-1 ซม. หรือ ให้น้ำหนักประมาณ 5 กรัม จำนวน 2 ชิ้น ที่ไม่เลือกส่วน medulla bone ก็เพราะว่ากระดูกส่วนที่เป็นแกนในจะมีหลอดเลือดอยู่ภายในมากทำให้เกิดการเน่าสลายของเซลล์ได้ง่ายกว่า ทำให้ได้ปริมาณดีเอ็นเอส่วนที่เป็น high molecular weight DNA ได้ไม่มากพอ

- ฟัน เลือกเก็บส่วนที่เป็นที่ไม่ได้ผ่านการใส่อุปกรณ์อุดฟัน องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ใช้ฟันกราม แต่ AFDIL แนะนำให้ใช้ฟันเขี้ยว โดยใช้อย่างน้อยจำนวน 4 ซี่¹⁰

4. ศพที่ผ่านการใส่สารป้องกันเน่า

ศพที่ผ่านการฉีดสารป้องกันเน่า เช่น ฟอรัมาลิน มีผลทำให้ดีเอ็นเอที่อยู่ในศพเสื่อมสภาพ แนะนำให้ปรึกษาทางห้องปฏิบัติการว่าควรเลือกเก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อจากบริเวณไหนที่เหมาะสมที่สุด

โดยศพแต่ละรายอาจมีตัวอย่างมากกว่า 1 ชิ้น เพื่อป้องกันการขาดศพ และเก็บตัวอย่างซ้ำอีกครั้ง

การเก็บรักษาสภาพของสิ่งส่งตรวจ (preservation) ควรบรรจุลงในภาชนะสะอาดที่มีฝาปิดมิดชิดเพื่อป้องกันอากาศเข้าและป้องกันตัวอย่างที่เป็นของเหลวไหลออกมา พร้อมทั้งมีการพันด้วยเทปอีกชั้นหนึ่ง ทำการติดฉลากเลขกำกับที่ภาชนะที่ใช้บรรจุแล้วควรใส่ถุงภายนอกอีกชั้นหนึ่งพร้อมติดฉลากจากนั้นเก็บเข้าตู้เย็นหากเป็นไปได้ให้เก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ก่อนส่งไปยังห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจวิเคราะห์ต่อไป โดยขั้นตอนการเก็บรักษาส่งตรวจ (shipping and storage) มีดังนี้

1. การตรวจสอบเพื่อยืนยันสิ่งส่งตรวจ โดยแต่ละสิ่งส่งตรวจต้องมีป้ายกำกับที่ประกอบด้วยหมายเลขระบุลำดับตัวอย่างชนิดของตัวอย่างที่มาของสิ่งส่งตรวจ ในกรณีการเก็บตัวอย่างจากครอบครัวผู้สูญหายต้องระบุชื่อเจ้าของตัวอย่าง วันเกิด ความสัมพันธ์กับผู้สูญหาย

2. การลำดับขั้นตอนการส่งต่อ สิ่งส่งตรวจต่าง ๆ ควรมีการบันทึกชื่อผู้เกี่ยวข้อง เช่น ผู้เก็บ วัน เวลาที่เก็บ สถานที่หรือหน่วยงานที่จะส่งตัวอย่างไปทำการตรวจ บันทึกการรับส่งตัวอย่าง เป็นต้น

3. ไม้พันสำลี ในกรณีที่ต้องมีการเก็บตัวอย่างโดยการใส่ไม้พันสำลีเพื่อซับสิ่งส่งตรวจ ก่อนทำการเก็บบรรจุควรทำให้แห้ง โดยทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องและก่อนทำการบรรจุจะต้องทำการตรวจสอบฉลากก่อนทุกครั้ง จากนั้นเก็บในกล่องที่มิดชิด ปิดด้วยเทปและส่งต่อไปห้องปฏิบัติการต่อไปโดยไม่จำเป็นต้องแช่เย็น

4. ในกรณีที่มีตัวอย่างมีลักษณะแห้ง เช่น เส้นผม เล็บ อาจเก็บไว้ในช่องกระดาษ ก่อนทำการเก็บไว้ในซองที่มีซิปล็อกซึ่งติดฉลากเรียบร้อย ปิดด้วยเทปและส่งให้ห้องปฏิบัติการได้โดยไม่ต้องแช่เย็น

5. กระดูกและฟัน สามารถที่จะเก็บภายในช่องกระดาษได้ถ้ามีลักษณะที่แห้ง และไม่ต้องแช่เย็น แต่ถ้ายังมีลักษณะที่เปียกอยู่ อาจต้องใช้ภาชนะที่เป็นพลาสติกที่มีฝาปิดมิดชิด จากนั้นทำการติดฉลากและเก็บไว้ในช่องแช่เย็นที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า -20 องศาเซลเซียสเช่นกัน

การตรวจวิเคราะห์ดีเอ็นเอ (DNA analysis)

ในปัจจุบันมีวิธีการตรวจหาลักษณะของดีเอ็นเออยู่หลายวิธี แต่วิธีมาตรฐานที่มีการใช้ในการพิสูจน์บุคคลทางนิติเวช คือ

1. Short tandem repeated (STR) analysis เป็นวิธีหนึ่งที่มีใช้กันอย่างแพร่หลายในวงการนิติเวชทั่วโลก เป็นการตรวจนิวเคลียร์ดีเอ็นเอ การตรวจด้วยวิธีนี้ให้ความจำเพาะต่อตัวบุคคลสูง โดยโอกาสที่จะพบลักษณะของดีเอ็นเอที่นำมาเปรียบเทียบกับบุคคลทั่วไป เมื่อใช้ทั้งหมด 13 ตำแหน่งมีเพียง 1 ใน ล้านล้าน¹¹ แต่ข้อจำกัดของวิธีการตรวจนี้ขึ้นอยู่กับดีเอ็นเอที่ได้จากชิ้นเนื้อที่เสื่อมสภาพ หรือถูกทำลายด้วยสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เช่น สารเคมี อุณหภูมิสูง หรือปนเปื้อนสารกัมมันตภาพรังสี

2. Mitochondrial DNA analysis คือ การตรวจหาลำดับเบสจากไมโทคอนเดรียดีเอ็นเอในกลุ่มชิ้นเนื้อที่มีการเสื่อมสภาพ เช่น โครงกระดูก ชิ้นเนื้อที่ถูกเผา แต่อย่างไรก็ตามลักษณะลำดับเบสที่อยู่บนไมโทคอนเดรียมีความจำเพาะน้อยกว่าลักษณะลำดับเบสที่ได้จากนิวเคลียร์ดีเอ็นเอมาก ส่งผลให้ความจำเพาะในการยืนยันบุคคลได้น้อยกว่าเช่นกัน

มาตรฐานห้องปฏิบัติการ (laboratory facilitation)

การตรวจวิเคราะห์หาดีเอ็นเอเป็นวิธีที่มีความไวสูง ดังนั้นการควบคุมและวางมาตรฐานทางห้องปฏิบัติการ เพื่อป้องกันและการเฝ้าระวังการปนเปื้อน (contamination) จึงเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงเสมอ โดยไม่ว่าจะใช้วิธีการ multiple control การจัดระบบห้องปฏิบัติการการควบคุมระบบการส่งต่อตัวอย่าง สิ่งเหล่านี้จะช่วยลดอุบัติเหตุการปนเปื้อนได้

1. การควบคุมในการตรวจทางห้องปฏิบัติการ AFDIL ใช้วิธีการควบคุมโดยวิธี visualizing amplification product ด้วย 20% agarose gel ซึ่งย้อมด้วย EtBr โดยการสังเกตแถบสีที่ปรากฏว่าอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าแถบสีมาตรฐานหรือไม่ หากแถบสีดังกล่าวอยู่ต่ำกว่าแสดงว่าลักษณะของดีเอ็นเอของตัวอย่างจะเชื่อถือไม่ได้ แต่การตรวจวิธีนี้จะเพิ่มค่าใช้จ่ายและภาระงานของห้องปฏิบัติการ

2. การตรวจลักษณะของดีเอ็นเอของเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการและทำเป็น staff database ไว้ก่อนทำการตรวจตัวอย่าง หากลักษณะของดีเอ็นเอของตัวอย่างตรงกับดีเอ็นเอของเจ้าหน้าที่แสดงว่ามีการปนเปื้อนของดีเอ็นเอซึ่งเกิดขณะทำ PCR นอกจากเจ้าหน้าที่แล้ว อาจมีการปนเปื้อนจากบุคคลภายนอกได้ ดังนั้นควรจำกัดพื้นที่การเข้าห้องปฏิบัติการของบุคคลภายนอกด้วย

3. การแยกห้อง pre-PCR และห้อง post-PCR เป็นสิ่งที่สมควรทำเนื่องจากเป็นมาตรฐานของห้องปฏิบัติการดีเอ็นเอ

4. การจัดระบบการตรวจเป็นขั้นตอนจะทำให้สามารถตรวจสอบได้ว่าแหล่งของการเกิดการปนเปื้อนนี้อยู่ที่จุดใด (contamination track)

แนวทางการปฏิบัติงานของห้องปฏิบัติการ

หลังจากสิ่งส่งตรวจได้ถูกส่งมาที่ห้องปฏิบัติการดีเอ็นเอแล้ว ควรมีการตรวจเช็คความถูกต้องว่ามีจำนวนครบตามที่ได้แจ้งมาหรือไม่ มีการตรวจสอบข้อมูลทั้งในส่วนของ ante mortem และ postmortem ว่า

ครบถ้วนหรือไม่ หากข้อมูลยังไม่สมบูรณ์ เช่น ความสัมพันธ์ทางญาติสายตรงของครอบครัวผู้สูญหายยังไม่ครบหรือไม่ถูกต้อง ยังไม่ควรสกัดดีเอ็นเอ ควรรอข้อมูลให้ครบก่อน

การเก็บรักษาสภาพของตัวอย่างที่ได้รับมา

- เลือด ทำการหยดลงบนกระดาษเก็บคราบเลือด (FTA™ paper) ก่อนทำให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง และบรรจุในซองสุญญากาศ เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส เพื่อรอการสกัดดีเอ็นเอต่อไป

- กระดุก เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียสเพื่อรอสกัดดีเอ็นเอ หากมีการตรวจและรายงานผลเสร็จแล้วกระดุกส่วนที่เหลืออาจส่งคืนครอบครัวผู้เสียชีวิต

การสกัดดีเอ็นเอและวิเคราะห์ผลการตรวจ (extraction and typing)

การสกัดและวิเคราะห์นั้นจากรายงานสรุปจากกรณีเวสต์เทรตเซ็นเตอร์ แนะนำว่าในระยะเริ่มแรกให้ใช้วิธีของแต่ละสถาบันที่ทำอยู่ในงานประจำ^๑ ซึ่งแต่ละสถาบันอาจมีความชำนาญในการตรวจแต่ละตัวอย่างไม่เท่ากัน รวมถึงอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจวิเคราะห์ดีเอ็นเอแต่ละห้องปฏิบัติการมีอย่างจำกัดการกระจายสิ่งส่งตรวจให้แต่ละห้องปฏิบัติการจะช่วยกระจายทรัพยากรและลดภาระงานได้ แต่อย่างไรก็ตามจะต้องมีแนวทางปฏิบัติในเรื่องเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งอาจรวมถึงการพัฒนาวิธีการตรวจให้เหมาะสมกับแต่ละชนิดของสิ่งส่งตรวจด้วย โดยมีข้อพึงปฏิบัติดังนี้

1. ควรจัดพื้นที่แยกกระหว่างงานประจำกับภารกิจเพิ่มเติม การทำงานของห้องปฏิบัติการต่าง ๆ มักมีงานประจำอยู่แล้ว หากมีตัวอย่างจากกรณีภัยพิบัติซึ่งมักจะมีจำนวนมากเพิ่มเติมควรมีการแบ่งพื้นที่ทำงานแยกต่างหากเพื่อป้องกันการปนเปื้อนรวมทั้งหากมีการใช้เครื่องอัตโนมัติในขั้นตอนการสกัดและวิเคราะห์จะช่วยลดความผิดพลาดในการทำงาน

2. ควรมีการกำหนดว่าจะทำการตรวจตัวอย่างประเภทใด กรณีที่เก็บตัวอย่างหลายชนิดจากศพเดี่ยว ทั้งนี้กระดุกและพื้นเป็นตัวอย่างที่มีการเน่าสลายของดีเอ็นเอเล็กน้อยเทียบกับเนื้อเยื่อส่วนอื่นแต่มีขั้นตอนทางห้องปฏิบัติการที่ยุ่งยากและใช้เวลานานกว่า หากมีตัวอย่างเป็นจำนวนมากอาจทำให้ล่าช้าได้ คณะกรรมการจึงควรมีนโยบายที่ชัดเจนว่าชิ้นเนื้อส่วนใดที่จะทำการตรวจวิเคราะห์เพื่อลดภาระงานและสามารถออกผลการตรวจดีเอ็นเอได้เร็วขึ้น

3. มีการบันทึกขั้นตอนการสกัดช่วงแรกของการสกัดเอาสารดีเอ็นเอออกจากเนื้อเยื่อนั้นอาจทำได้ไม่ดีนักเนื่องจากมีหลายปัจจัยที่ทำให้การสกัดไม่ได้ผล เช่น มีสารเคมีที่ยับยั้งการสกัด เป็นต้น ดังนั้นควรมีการจดบันทึกขั้นตอนการตรวจสกัดเพื่อสามารถพัฒนาปรับปรุงกระบวนการสกัดต่อไป โดยทั่วไปวิธีการสกัดนั้นมียุทธวิธี ได้แก่ organic solvent, chaotropic salt, ion exchange resin ในกรณีของ WTC ซึ่งตัวอย่างสิ่งส่งตรวจมีการสลายของดีเอ็นเอมากจึงได้เลือกใช้วิธี ion exchange resin

4. การสกัดดีเอ็นเอจากกระดุกในขั้นตอนการบดกระดุกให้เป็นฝุ่นนั้นวิธีการ manual สามารถลดการปนเปื้อนของตัวอย่างได้ดีกว่าการใช้เครื่องอัตโนมัติ

5. ควรมีการวัดปริมาณดีเอ็นเอหลังจากสกัด เมื่อสกัดดีเอ็นเอออกจากตัวอย่างแล้วหากเป็นไปได้ควรมีการวัดปริมาณดีเอ็นเอที่สกัดออกมาได้ด้วย เพราะเนื่องจากการใช้ปฏิกิริยา PCR มีความจำเป็นต้องทราบปริมาณของดีเอ็นเอ หากตัวอย่างใดมีปริมาณดีเอ็นเอที่เหมาะสมแต่ไม่สามารถตรวจวิเคราะห์ลักษณะของดีเอ็นเอดังกล่าวได้ อาจมีปัจจัยอื่นที่ทำให้ไม่สามารถตรวจได้ เช่น มีสารยับยั้ง เป็นต้น

6. สารละลายที่มีปริมาณดีเอ็นเออยู่ภายใน เนื่องจากว่ามีปริมาณน้อยหรือมีการสลายของดีเอ็นเอที่เสื่อมสภาพ ดังนั้นต้องทำการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอก่อนทำการตรวจวิเคราะห์ไม่ควรลดปริมาณอัตราส่วนของน้ำยาที่ช่วยทำปฏิกิริยา เนื่องจากในน้ำยามีปริมาณของสารที่ช่วยลดปฏิกิริยาของตัวยับยั้ง (inhibitor) เช่น bovine serum albumin (BSA) ซึ่งผสมอยู่ในน้ำยาที่ใช้ทำ PCR อยู่แล้ว

วิธีการตรวจวิเคราะห์ดีเอ็นเอในช่วงแรกครั้นที่จะใช้วิธีเดิมของแต่ละห้องปฏิบัติการไปก่อน เช่น ชุดตรวจสำเร็จรูปของบริษัทต่าง ๆ เช่น AMPFLSTR[®] profiler Plus ID และ Cofilter PCR amplification kit, AMPFLSTR[®] SGM[®] plus PCR amplification kit (Biosystem, Foster City, CA) และ powerplex[®] 16 system (Promega Corp, Madison, WI) ซึ่งชุดตรวจเหล่านี้สามารถตรวจได้ตั้งแต่ 10–17 ตำแหน่ง (CSF1PO, D2S1338, D3S1358, D5S818, D7S820, D8S1179, D13S317, D16S539, D18S539, D18S51, D19S433, D21S11, FGA, Penta D, Penta E, TH01, TPOX และ vWA) แต่อย่างไรก็ตามควรตรวจตำแหน่งของ amelogenin ร่วมด้วย ในกรณีสิ่งส่งตรวจเป็นของใช้ส่วนตัวของผู้สูญหายที่บุคคลในครอบครัวนำมาให้ตรวจ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนดีเอ็นเอของบุคคลอื่นในครอบครัว เช่น สามีหรือภรรยาที่อาจใช้สิ่งของดังกล่าวร่วมกัน¹²

อย่างไรก็ตามบางครั้งตัวอย่างที่เก็บมีการเน่าสลายหรือมีการถูกทำลายมาก ทำให้ไม่สามารถตรวจด้วยวิธี STR มาตรฐานได้ จึงต้องมีการนำไมโทคอนเดรียดีเอ็นเอมาช่วย จากการรายงานพบว่าสามารถตรวจหาไมโทคอนเดรียดีเอ็นเอในกระดูกประสบความสำเร็จได้ถึง 95% ของผู้เสียชีวิต¹⁰ การตรวจหาไมโทคอนเดรียดีเอ็นเอจึงมีความยืดหยุ่นกว่าการตรวจด้วยวิธี STR ที่ใช้กันทั่วไป ประโยชน์ของการตรวจไมโทคอนเดรียดีเอ็นเอคือการเปรียบเทียบสายสัมพันธ์ทางด้านมารดาทั้งหมด แต่อย่างไรก็ตามวิธีนี้มีความจำเพาะที่ไม่สูงมากพอที่จะใช้พิสูจน์ลักษณะแต่ละบุคคล หรือไม่สามารถพิสูจน์ความสัมพันธ์ทางสายบิดาได้ แต่หากใช้พิสูจน์ผู้เสียชีวิตในระบบปิดและผู้เสียชีวิตไม่มีความสัมพันธ์ทางสายมารดาเดียวกัน อาจใช้ไมโทคอนเดรียอย่างเดียวได้

ในกรณีการพิสูจน์หาผู้เสียชีวิตของ WTC มีการผสมผสานระหว่างวิธี STR มาตรฐาน และตรวจหาไมโทคอนเดรียดีเอ็นเอ แต่ในบางครั้งตัวอย่างที่เก็บจากชิ้นส่วนของศพมีการเน่าสลายมากจึงได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ขึ้นมาช่วย แต่เนื่องด้วยเทคโนโลยีใหม่ดังกล่าวยังไม่ได้รับการรับรองและเป็นมาตรฐานของวงการ ทำให้ไม่ได้รับการยอมรับ แต่การที่จะจัดทำมาตรฐานให้เป็นที่ยอมรับของห้องปฏิบัติการนิติวิทยาศาสตร์นั้นต้องใช้เวลาที่ยาวนาน ดังนั้นการตัดสินใจว่าจะยอมรับการใช้เทคโนโลยีใหม่ดังกล่าวหรือไม่ขึ้นอยู่กับพิจารณาของคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งคณะกรรมการฯ ควรมีข้อบ่งชี้ที่ชัดเจน รวมทั้งระบบการคัดออกหากว่าไม่แน่ใจในผลการตรวจ

การเปรียบเทียบและแปลผลการตรวจ (post DNA analytical process)

การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดจากการตรวจความสัมพันธ์ของดีเอ็นเอ นั้นมีขั้นตอนที่ยุ่งยากและซับซ้อน หากมีจำนวนข้อมูลที่ต้องทำการจับคู่ (matching) และหาความสัมพันธ์ทางค่าสถิติโดยใช้ตัวแปรต่าง ๆ ทั้งหมดที่มีอยู่เข้ามาคำนวณ (interpretation) โดยหลักการมีการแบ่งเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. การผสมผสานข้อมูล (collapsing)

ผู้เสียชีวิตนั้นบางรายมีสิ่งส่งตรวจหาดีเอ็นเอหลายตัวอย่างทำให้เกิดตัวเลขของสิ่งส่งตรวจมากกว่าจำนวนผู้เสียชีวิตจริง ซึ่งอาจเกิดจากบางศพมีการฉีกขาดกระจัดกระจาย หรือบางครั้งอาจเกิดจากการซ้ำกันของตัวอย่างที่ได้จากคนละชนิดของเนื้อเยื่อในผู้เสียชีวิตรายเดียวกัน ดังนั้นก่อนที่จะทำการเปรียบเทียบควรมีการผสมผสานข้อมูลในส่วนที่ซ้ำกันนี้ให้เหลือจำนวนน้อยที่สุดเพื่อลดความยุ่งยากของการปฏิบัติงาน

2. คัดกรอง (screening)

เป็นขั้นตอนในการจับคู่ตัวอย่างที่อยู่ในส่วนข้อมูล ante mortem และ postmortem มาเข้าคู่กัน โดยหากต้องการเปรียบเทียบลักษณะดีเอ็นเอของผู้สูญหายกับลักษณะดีเอ็นเอของผู้เสียชีวิตโดยตรง (direct matching) กรณีที่ถือว่าลักษณะดีเอ็นเอดังกล่าวมีลักษณะที่เข้ากันได้ นั้นจะต้องมีตำแหน่งที่ตรงกันทุกตำแหน่งหรือ อย่างน้อยอาจยอมรับได้หากไม่ตรงกัน 1 ตำแหน่งซึ่งอย่างไรก็ตามจะต้องทำการคำนวณทาง

สถิติให้ค่าความบังเอิญที่จะพบลักษณะดีเอ็นเอดังกล่าวสูงเกินพอที่จะยอมรับได้ แต่อย่างไรก็ตามอาจพบได้ว่า ลักษณะดีเอ็นเอของผู้เสียชีวิตอาจตรวจได้ไม่ครบทุกตำแหน่ง ดังนั้นอาจต้องใช้ความสัมพันธ์ทางสายเลือดเข้ามาพิจารณาด้วย

3. การทดสอบความน่าจะเป็น(testing)

เป็นการวิเคราะห์โอกาสความถูกต้องในการเลือกสุ่มตัวอย่างจากผู้เสียชีวิตเทียบกับตัวอย่างผู้เสียชีวิตทั้งหมดโดยมีการนำค่าความถี่ของดีเอ็นเอของแต่ละกลุ่มประชากรมาร่วมพิจารณาด้วยการคำนวณค่าทางสถิติที่ใช้บอกความถูกต้องของการจับคู่ ขึ้นอยู่กับจำนวนของผู้เสียชีวิตและค่าความผิดพลาดต่ำที่สุดที่ยอมรับได้¹³

ในบางครั้งการคำนวณหาโอกาสผิดพลาดต่ำกว่าที่ยอมรับได้ เนื่องจากปัจจัยหลายประการ หากต้องการหาโอกาสผิดพลาดที่ได้อยู่ในช่วงที่ต้องการอาจนำปัจจัยอื่นมาร่วมพิจารณาด้วยกัน¹⁴ เพื่อให้โอกาสความน่าจะเป็นเพิ่มขึ้น ปัจจัยที่นำมาพิจารณา เช่น พื้นที่พบศพ ลักษณะฟัน ลักษณะเฉพาะร่างกายที่ปรากฏได้ชัดเจน ได้แก่ เพศ อายุ ฯลฯ

การเลือกใช้ประชากรอ้างอิง (reference population)

การเลือกฐานข้อมูลความถี่ของดีเอ็นเอที่ตรวจพบในกลุ่มประชากรเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับดีเอ็นเอที่ตรวจพบในผู้เสียชีวิต ขึ้นอยู่กับกลุ่มประชากรที่เสียชีวิตว่าเป็นเชื้อชาติใด หากผู้เสียชีวิตมาจากเชื้อชาติเดียวกัน การพิจารณาเปรียบเทียบควรเลือกฐานข้อมูลจากกลุ่มประชากรนั้น ๆ แต่หากว่ามีกลุ่มประชากรมาจากหลายเชื้อชาติควรเลือกใช้ฐานข้อมูลความถี่ดีเอ็นเอของประชากรที่พบบ่อย ๆ เช่น Caucasian, Nigroid และ Mongoloid เป็นต้น

ในกรณีของเวสต์เทรตเซ็นเตอร์ถล่มนั้นคณะกรรมการพิสูจน์บุคคลของมหานครนิวยอร์ก¹³ ได้ใช้ค่าของโอกาสการจับคู่ของชิ้นส่วนของผู้เสียชีวิตกับของใช้ส่วนตัวโดยบังเอิญ (Likelihood of direct matching) ไว้สูงถึงหนึ่งในหมื่นล้าน โดยมีค่าโอกาสที่ไม่ผิดพลาดในการตรวจตัวอย่าง (posterior probability) 5,000 ตัวอย่าง อยู่ที่น้อยกว่า 1 ในล้าน ซึ่งค่าดังกล่าวกำหนดโดยคณะกรรมการพิสูจน์บุคคลของเหตุการณ์นี้ แต่ในกรณีที่มีการเสียชีวิตเกิดขึ้นในระบบข้อมูลผู้เสียชีวิตเป็นระบบปิด การวิเคราะห์ทางสถิติอาจไม่จำเป็น ยกเว้นแต่ในกรณีที่มีข้อสงสัยที่ต้องการพิสูจน์ด้วยความสัมพันธ์ทางสายเลือด

ส่วนการทดสอบความสัมพันธ์ทางสายเลือดของผู้เสียชีวิตกับญาตินั้น ใช้ค่าสถิติการเปรียบเทียบของ Likelihood ratio มาช่วยพิจารณา โดยใช้หลักการให้ค่าโอกาสความเชื่อมั่นสูงสุด และความผิดพลาดน้อยที่สุด ซึ่งโดยทั่วไปกำหนดค่าความเชื่อมั่นที่ต่ำกว่าการเปรียบเทียบโดยการจับคู่โดยตรง

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์และคำนวณ

ในอดีตที่ผ่านมาเมื่อมีภัยพิบัติเกิดขึ้นและมีผู้เสียชีวิตจำนวนมาก มักจะใช้แผนภูมิในการวิเคราะห์ผลเท่านั้น แต่หากมีผู้เสียชีวิตอยู่เป็นจำนวนมากการใช้เพียงแผนภูมิอาจเกิดความผิดพลาดได้ง่ายและต้องใช้เวลาานเทียบกับจำนวนตัวอย่างที่ต้องมาทำการวิเคราะห์¹⁵ จึงต้องมีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยในการวิเคราะห์และคำนวณ โปรแกรมที่ใช้ควรมีความสามารถในการจัดการข้อมูล เก็บข้อมูล ค้นหาเพื่อการจับคู่ และยังใช้ร่วมกับโปรแกรมตัวอื่น ๆ ได้ รวมถึงการคำนวณทางด้านสถิติที่ต้องการระบุความสัมพันธ์ทางสายเลือดในแบบต่าง ๆ โปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นในช่วงกรณีของเวสต์เทรตเซ็นเตอร์ คือ Mass Fatality Identification System software (M-FISys) ของบริษัท Gene code และโปรแกรมที่ใช้คำนวณทางสถิติคือ DNAView รวมถึงฐานข้อมูลของ FBI คือ Combined DNA index system (CODIS) ในการค้นหาข้อมูลที่มี

อยู่แล้ว แต่อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ได้จากตัวอย่างกรณีเวสต์เทรตเซนเตอร์จะไม่ถูกใช้ในกรณีที่มีการก่ออาชญากรรมเกิดขึ้น แต่สามารถใช้เป็นฐานข้อมูลเกี่ยวกับบุคคลสูญหายได้⁴

บทบาทของการตรวจดีเอ็นเอในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลในประเทศไทย

มีหลายเหตุการณ์ภัยพิบัติที่เกิดขึ้นในประเทศไทยที่มีผู้เสียชีวิตเป็นจำนวนมากหลายครั้ง และมีการใช้ดีเอ็นเอเพื่อใช้ยืนยันเอกลักษณ์บุคคล ดังต่อไปนี้

จากสรุปผลการพิสูจน์บุคคลผู้เสียชีวิตจากเหตุการณ์สึนามิในประเทศไทยเมื่อวันที่ 20 เมษายน 2549 พบว่าร้อยละ 20.48 ของผู้เสียชีวิต พิสูจน์ยืนยันบุคคลด้วยหลักฐานการตรวจดีเอ็นเอ หากพิจารณาเฉพาะผู้เสียชีวิตที่เป็นคนไทย ร้อยละ 38.91 พิสูจน์ยืนยันบุคคลโดยอาศัยผลการตรวจดีเอ็นเอ¹⁵

ในเหตุการณ์เรือนักท่องเที่ยวล่มในจังหวัดภูเก็ตเมื่อปี พ.ศ. 2561 ซึ่งมีผู้เสียชีวิตจำนวน 47 รายนั้น มีการยืนยันเอกลักษณ์บุคคลของผู้เสียชีวิตส่วนใหญ่จากการตรวจลักษณะภายนอก เนื่องจากศพเสียชีวิตไม่นาน ทำให้ยังไม่มี การเสื่อมสภาพของรูปพรรณสัณฐาน แต่ก็ยังมีศพจำนวน 3 รายที่ยังมีความจำเป็นที่ต้องใช้ดีเอ็นเอในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลเนื่องจากสภาพศพเริ่มเน่าสลาย¹⁶

ส่วนในเหตุการณ์กรณีจ่าคลังใช้อาวุธปืนสงครามยิงใส่เหยื่อ ในจังหวัดนครราชสีมา เมื่อปี พ.ศ. 2562 และมีผู้เสียชีวิตทั้งหมดจำนวน 32 รายนั้น มีการใช้ดีเอ็นเอพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลจำนวน 1 ราย เนื่องจากศพอยู่ในสภาพใหม่เกรียมจากถูกไฟเผาในรถยนต์

จากประสบการณ์ของผู้เขียนที่มีส่วนในการปฏิบัติงานหลายเหตุการณ์ที่จำเป็นต้องใช้ดีเอ็นเอในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลพบปัญหาหลายส่วนด้วยกัน ได้แก่ ปัญหาเรื่องการขาดห้วงการพิสูจน์เอกลักษณ์ไว้ที่ การตรวจเปรียบเทียบดีเอ็นเอสูงมาก จนละเลยความสำคัญของการตรวจพิสูจน์บุคคลด้านอื่นที่ง่ายและค่าใช้จ่ายถูกกว่า เช่น การเปรียบเทียบลายพิมพ์นิ้วมือศพบกฐานข้อมูลของหน่วยงานราชการที่มีการจัดเก็บในระบบของตนเอง (ฐานข้อมูลทะเบียนราษฎรของกระทรวงมหาดไทย หรือฐานข้อมูลของสำนักงานตรวจคนเข้าเมือง) การเปรียบเทียบลักษณะฟันจากศพบกประวัติการทำฟันก่อนตาย แต่วิธีตรวจพิสูจน์เหล่านี้แม้มีราคาถูก และใช้ทรัพยากรไม่มาก แต่ก็มีข้อจำกัดหลายประการเช่นกัน คือต้องทำโดยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน เช่น นักนิติทันตวิทยาซึ่งมีอยู่จำนวนจำกัดในประเทศไทย นอกจากนี้ปัญหาเรื่องบุคลากรแล้วยังมีปัญหาขาดข้อมูลส่วนบุคคลก่อนเสียชีวิต เช่น การเข้าถึงฐานข้อมูลลายพิมพ์นิ้วมือที่จัดเก็บจากหน่วยราชการต่าง ๆ ข้อมูลประวัติการทำฟัน ซึ่งข้อมูลเหล่านี้มีความจำเป็นที่จะต้องเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการตรวจศพ ส่งผลให้ผู้ตรวจพิสูจน์ต้องใช้เวลานานในการสรุปผลยืนยันผลการพิสูจน์นอกจากนั้นยังมีปัญหาของการขาดการเตรียมความพร้อม และประสานงานแบบบูรณาการทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งยังไม่มีมาตรฐานในการปฏิบัติงานทุกหน่วยงานของประเทศไทยที่ชัดเจน ขาดการแบ่งหน้าที่ และการซักซ้อมแผนเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานได้ทำความเข้าใจในรายละเอียดรวมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงนโยบายในการทำงานจากผู้บัญชาการเหตุการณ์ ด้วยปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้นทั้งหมดย่อมส่งผลให้เมื่อเกิดเหตุการณ์จริงผู้ปฏิบัติงานย่อมเกิดความสับสนในการทำงานและอาจเกิดความเสียหายของระบบการตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลได้

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลโดยอาศัยการตรวจเปรียบเทียบดีเอ็นเอเป็นวิธีที่สำคัญในกรณีที่มีผู้เสียชีวิตจำนวนมากจากภัยพิบัติ ผู้เขียนจึงมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

- การจัดเก็บตัวอย่างเพื่อการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลโดยอาศัยการตรวจเปรียบเทียบดีเอ็นเอ ควรดำเนินการทุกครั้งที่มีการเสียชีวิตของผู้คนเป็นจำนวนมาก แต่จะใช้การตรวจเปรียบเทียบหลังจากที่ไม่สามารถพิสูจน์ได้ด้วยวิธีอื่น ๆ ที่ประหยัดและรวดเร็วกว่าขึ้นกับการประเมินสถานการณ์ของผู้บัญชาการเหตุการณ์นั้น ๆ
- เนื่องจากการเก็บตัวอย่างจากศพเพื่อตรวจดีเอ็นเอขึ้นกับสภาพศพ กรรมการตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลควรแจ้งให้เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติ ญาติผู้สูญหาย และประชาชนได้เข้าใจถึงความจำเป็น และขั้นตอนของการตรวจพิสูจน์ หรือมีศูนย์ประสานงานที่สามารถให้คำปรึกษาแก่ทุกฝ่ายได้โดยสะดวก
- มีการกำหนดแผนขั้นตอน และแนวปฏิบัติตามมาตรฐานในระดับสากล หรือข้อตกลงที่ทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้องยอมรับได้ในระดับประเทศไทย
- มีการมอบหมายหน้าที่ให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กระทรวงสาธารณสุข สำนักงานตำรวจแห่งชาติ กรมป้องกันสาธารณภัยกรมการปกครอง ประชาสัมพันธ์จังหวัดและมูลนิธิการกุศลที่อาจเข้ามาเกี่ยวข้องกับการจัดการศพมีการบูรณาการการทำงาน และซักซ้อมในภาพรวมอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ทุกหน่วยได้เข้าใจถึงขั้นตอน และรายละเอียดการทำงาน
- มีการจัดเตรียมทรัพยากรการทำงานไว้ในส่วนกลางเพื่อให้พร้อมเสมอหากเกิดเหตุการณ์จริง ได้แก่ การลงทะเบียนบุคลากรที่พร้อมปฏิบัติงาน เครื่องมือ และสำรวจศักยภาพของสถานที่รับตรวจพิสูจน์ จัดเตรียมงบประมาณทั้งในส่วนของวัสดุ และน้ำยาที่จำเป็นต่อการทำงานไว้ในหน่วยงานกลางที่พร้อมดำเนินการได้ทันที

เอกสารอ้างอิง

1. Meyer HJ. The Kaprun cable car fire disaster—aspects of forensic organisation following a mass fatality with 155 victims. *Forensic Science International*. 2003;1-7.
2. Ludes B, Tracqui A, Pfitzinger H, Kintz P, Levy F, Disteldorf M, et al. Medico-Legal Investigations of the Airbus A320 Crash upon Mount Ste-Odile, France. *J Forensic Sci*. 1994 Sep 1;39(5):1147-52.
3. Leclair B. Large-scale comparative genotyping and kinship analysis: evolution in its use for human identification in mass fatality incidents and missing persons databasing. *International Congress Series*. 2004 Apr;1261:42-4.
4. Hennessey M. WORLD TRADE CENTER DNA IDENTIFICATIONS: THE ADMINISTRATIVE REVIEW PROCESS.
5. Tun K, Butcher B, Sribanditmongkol P, Brondolo T, Caragine T, Perera C, et al. Panel 2.16: forensic aspects of disaster fatality management. *Prehosp Disaster Med*. 2005 Dec;20(6):455-8.
6. International Criminal Police Organization. Interpol: Disaster Victim Identification Guide, 1997. Available from URL: <http://www.interpol.int/Public/DisasterVictim/guide/default.asp> Accessed 27 June 2005.
7. Identification NI of J (U S) TWG for MFF. Mass Fatality Incidents: A Guide for Human Forensic Identification. U.S. Department of Justice, Office of Justice Programs, National Institute of Justice; 2005. 100 p.
8. Budowle B, Bieber FR, Eisenberg AJ. Forensic aspects of mass disasters: strategic considerations for DNA-based human identification. *Leg Med (Tokyo)*. 2005 Jul;7(4):230-43.
9. Pan American Health Organization, World Health Organization, Department of Health Action in Crises. Management of dead bodies in disaster situations. [Internet]. Washington, DC: Pan American Health Organization, Area on Emergency Preparedness and Disaster Relief: World Health Organization, Department for Health Action in Crisis; 2004 [cited 2022 Jan 20]. Available from:<http://www.mylibrary.com?id=225249>
10. Edson SM, Ross JP, Coble MD, Parsons TJ, Barritt SM. Naming the Dead - Confronting the Realities of Rapid Identification of Degraded Skeletal Remains. *Forensic Sci Rev*. 2004 Jan;16(1):63-90.

11. John MB. Forensic DNA Typing: Biology and Technology behind STR Markers. 2001.
12. Leclair B, Frégeau CJ, Bowen KL, Fournery RM. Enhanced kinship analysis and STR-based DNA typing for human identification in mass fatality incidents: the Swissair flight 111 disaster. J Forensic Sci. 2004 Sep;49(5):939-53.
13. Brenner CH, Weir BS. Issues and strategies in the DNA identification of World Trade Center victims. Theor Popul Biol. 2003 May;63(3):173-8.
14. Charles H. Brenner, Some recommendation for declaring identification of bodies in the Tsunami Disaster, Phuket, March 2005.
15. พงษ์รัชช์ ศรีบัณฑิตมงคล มาโนช โชคแจ่มใส พรประเสริฐ กาญจนรินทร์ การพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลที่เสียชีวิตจากคลื่นสึนามิ ภายใต้การดำเนินการของตำรวจสากล แพทยสภาสาร 34 (3) July-Sep 2005, 143-54.
16. เอกสารประกอบการสรุปผลการดำเนินงานพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลและการส่งกลับในกรณีภัยพิบัติเหตุเรือฟินิกซ์ล่ม จังหวัดภูเก็ต, 17-18 กันยายน 2561 กองบริหารการสาธารณสุข สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข. นนทบุรี.