

1-1-2011

Pupil sizes of bodies with variant post-mortem intervals

P Sinpajakpon

K. Vongpaisarnsin

Follow this and additional works at: <https://digital.car.chula.ac.th/clmjjournal>



Part of the [Medicine and Health Sciences Commons](#)

Recommended Citation

Sinpajakpon, P and Vongpaisarnsin, K. (2011) "Pupil sizes of bodies with variant post-mortem intervals," *Chulalongkorn Medical Journal*: Vol. 55: Iss. 1, Article 8.

Available at: <https://digital.car.chula.ac.th/clmjjournal/vol55/iss1/8>

This Modern Medicine is brought to you for free and open access by the Chulalongkorn Journal Online (CUJO) at Chula Digital Collections. It has been accepted for inclusion in Chulalongkorn Medical Journal by an authorized editor of Chula Digital Collections. For more information, please contact ChulaDC@car.chula.ac.th.

ขนาดรูม่านตาในศพตามระยะเวลาที่เสียชีวิต

ภัทรพงศ์ สิ้นประจักษ์ผล*

กรเกียรติ วงศ์ไพศาลสิน**

Sinpajakpon P, Vongpaisarnsin K. Pupil sizes of bodies with variant post-mortem intervals.

Chula Med J 2010 Jan – Feb; 55(1): 77 - 87

- Objective** : *To determine the relationship between the pupil sizes and the post-mortem intervals in order to estimate the time of death.*
- Setting** : *Chulalongkorn Forensics Center, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University*
- Research design** : *Prospective descriptive study*
- Materials and Methods** : *The pupil sizes of the bodies are measured by using pupil gauge with 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 and 9 millimeters scale.*
- Results** : *Pupils of 171 bodies (141 males and 30 females) with age ranging from 20 to 70 years old are measured by using pupil gauge in particular post-mortem intervals. The average pupil size at the time of death of less than 2 hours, 2 to 4 hours, 4 to 8 hours, 8 to 12 hours and 12 to 24 hours are 4.8, 5.6, 4.8, 4.3 and 4.0 millimeters, respectively. A statistically significant ($p < 0.05$) between pupil sizes at variant post-mortem intervals are observed, except the pupil size in the time of death that was less than 2 hours and 4 to 8 hours.*

* แพทย์ประจำบ้าน ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

** ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Conclusions : *The estimation of post-mortem intervals by measurement of the pupil diameters can be done easily at the crime scene, it takes low cost and does not disturb the body. A combination of these methods with examinations of rigor mortis and livor mortis will help the physicians estimate the time of death more precisely.*

Keywords : *Pupil size, Post-mortem interval.*

Reprint request: Sinpajakpon P. Chulalongkorn Forensics Center, Department of Forensic Medicine, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand.

Received for publication. March 15, 2010.

ภัทรพงศ์ สีนประจักษ์ผล, กรเกียรติ วงศ์ไพศาลสิน. ขนาดรูม่านตาในศพตามระยะเวลาที่เสียชีวิต. จุฬาลงกรณ์เวชสาร 2554 ม.ค. - ก.พ.; 55(1): 77 - 87

- วัตถุประสงค์** : เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของขนาดรูม่านตาในศพตามระยะเวลาหลังเสียชีวิต เพื่อนำมาใช้ในการประเมินระยะเวลาที่เสียชีวิต
- ประเภทโรงพยาบาล** : ศูนย์อำนวยการชันสูตรพลิกศพ ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- รูปแบบการวิจัย** : การศึกษาพรรณนาแบบเก็บข้อมูลไปข้างหน้า
- วัสดุและวิธีการทำวิจัย** : ทำการวัดขนาดรูม่านตาศพที่มีระยะเวลาหลังเสียชีวิตต่าง ๆ กันด้วย Pupil gauge ที่มีสเกลรูม่านตาขนาด 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 และ 9 มิลลิเมตร
- ผลการศึกษา** : จากการวัดขนาดรูม่านตาด้วย Pupil gauge ในตัวอย่างศพที่มีระยะเวลาหลังเสียชีวิตต่าง ๆ กันจำนวนทั้งหมด 171 ศพ (เพศชาย 141 ศพ เพศหญิง 30 ศพ) มีอายุอยู่ในช่วง 20 ถึง 70 ปี ค่าเฉลี่ยของขนาดรูม่านตาศพที่มีระยะเวลาที่เสียชีวิตอยู่ในช่วงน้อยกว่า 2 ชั่วโมง 2 ถึง 4 ชั่วโมง 4 ถึง 8 ชั่วโมง 8 ถึง 12 ชั่วโมง และ 12 ถึง 24 ชั่วโมง เท่ากับ 4.8, 5.6, 4.8, 4.3 และ 4.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ พบว่าค่าเฉลี่ยของขนาดรูม่านตาศพในแต่ละช่วงเวลาหลังเสียชีวิตมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ยกเว้นขนาดรูม่านตาศพที่เสียชีวิตในช่วงเวลาน้อยกว่า 2 ชั่วโมงกับ 4 ถึง 8 ชั่วโมง
- สรุป** : การประเมินระยะเวลาหลังเสียชีวิตจากการวัดขนาดรูม่านตานี้สามารถทำได้ง่าย มีต้นทุนต่ำ และไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพศพหลังทำการตรวจ ซึ่งหากนำมาใช้ควบคู่กับการตรวจการแข็งตัวของกล้ามเนื้อหลังตาย และการตกลงสู่เบื้องต่ำของเม็ดเลือดหลังตายก็อาจจะช่วยให้สามารถทำการประเมินระยะเวลาหลังเสียชีวิตได้แม่นยำยิ่งขึ้น
- คำสำคัญ** : ขนาดรูม่านตา, ระยะเวลาที่เสียชีวิต.

การเปลี่ยนแปลงหลังการตายในศพนั้นประกอบด้วย การเปลี่ยนแปลงทั้งทางเคมีและทางฟิสิกส์ เช่น การแข็งตัวของกล้ามเนื้อหลังตาย (Rigidity/Rigor mortis) หรือการตกลงสู่เบื้องต่ำของเม็ดเลือดหลังตาย (Lividity/Livor mortis) เป็นต้น ซึ่งมีประโยชน์ในการใช้ประเมินหาระยะเวลาที่เสียชีวิต อีกทั้งอาจบอกถึงสาเหตุการตายที่ต้องสงสัยอีกด้วย เช่น Livor mortis ที่มีสีแดงชมพูอาจเกิดจากการได้รับสารพิษไซยาไนด์หรือคาร์บอนมอนนอกไซด์ เป็นต้น ทั้งนี้ปัจจัยรบกวนทั้งจากภายในและภายนอก เช่น อุณหภูมิของร่างกายก่อนเสียชีวิต อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม สารพิษ สารเคมีบางอย่างในร่างกาย^(1,2) จะเป็นปัจจัยที่รบกวนการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการประเมินระยะเวลาที่เสียชีวิตได้ ดังนั้นการค้นหาเครื่องมือวิธีการต่าง ๆ ที่ช่วยในการประเมินระยะเวลาหลังเสียชีวิต ยังเป็นสิ่งที่ศึกษากันอยู่จำนวนมาก และเนื่องจากการเกิด Rigor mortis นั้นเกิดขึ้นทั้งกับกล้ามเนื้อลาย กล้ามเนื้อเรียบ กล้ามเนื้อหัวใจ รวมไปถึงกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหดรูม่านตา (Sphincter pupillae) และกล้ามเนื้อที่ใช้ในการขยายรูม่านตา (Dilator pupillae) โดยสังเกตได้จากการตรวจชันสูตรศพ ณ ที่เกิดเหตุพบว่าขนาดรูม่านตามีความแตกต่างกันตามระยะเวลาที่เสียชีวิต ทั้งที่มีขนาดเล็กกว่าปกติและมีขนาดใหญ่กว่าปกติ ซึ่งอาจสามารถนำมาใช้คำนวณวัดเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่อใช้ประเมินระยะเวลาที่เสียชีวิตได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น

วิธีการศึกษา

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นแบบ Prospective Descriptive Study โดยทำการถ่ายภาพรูม่านตาขาวและซ้ายโดยเทียบกับ Pupil gauge⁽³⁾ ที่มีสเกลรูม่านตาขนาด 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 และ 9 มิลลิเมตรในศพ จำนวน 171 ราย จากสถานที่เกิดเหตุในเขตพื้นที่รับผิดชอบ ได้แก่ พื้นที่กองบังคับการสถานีตำรวจนครบาล 5 และบางส่วนของกองบังคับการสถานีตำรวจนครบาล 6 และ 8 และ สถานีตำรวจทางด่วน 1, 2 และถูกนำส่งเข้ามา

ชันสูตรหาสาเหตุการตายโดยละเอียด ณ ศูนย์อำนวยการชันสูตรพลิกศพ ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จากนั้นผู้วิจัยจะเป็นผู้ประเมินขนาดรูม่านตาจากรูปถ่ายเพียงผู้เดียว เพื่อลดความคลาดเคลื่อนจากตัวบุคคล โดยทำการเก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือนมีนาคม พ.ศ. 2552 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2552 โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกดังนี้

1. เป็นศพชาวเอเชีย
2. มีอายุอยู่ระหว่าง 20 ถึง 70 ปี^(4,5)
3. เป็นศพที่ไม่มีพยาธิสภาพที่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่าของลูกตาทั้งสองข้าง⁽⁶⁾ และไม่มีประวัติเป็นโรคเบาหวาน⁽⁷⁻⁹⁾
4. เป็นศพที่ประเมินระยะเวลาหลังเสียชีวิตขณะตรวจชันสูตร ณ ที่เกิดเหตุไม่เกิน 24 ชั่วโมง
5. เป็นศพที่ไม่ได้ผ่านการกู้ชีวิต (Cardiopulmonary resuscitation)
6. เป็นศพที่ไม่มีสาเหตุการตายจากการได้รับยาหรือสารพิษ และถูกนำส่งเข้ามาผ่าชันสูตรหาสาเหตุการตายโดยละเอียด ณ ศูนย์อำนวยการชันสูตรพลิกศพ ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยไม่พบพยาธิสภาพที่มีการกดเบียดเนื้อสมอง เช่น เนื้องอก ก้อนเลือดคั่ง หรือภาวะสมองบวมอย่างมาก

การตรวจคัดกรองยาและสารพิษนั้น ได้ทำการตรวจยาและสารพิษจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ methamphetamine⁽¹⁰⁾, opiates⁽¹¹⁾, organophosphate และ carbamate⁽¹²⁾ ไม่รวมถึง alcohol เนื่องจาก alcohol ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของรูม่านตาอย่างมีนัยสำคัญ⁽¹³⁾

แบ่งกลุ่มวิเคราะห์เป็น 5 กลุ่มตามระยะเวลาการเสียชีวิต คือ กลุ่มที่ประเมินระยะเวลาหลังเสียชีวิตไม่เกิน 2 ชั่วโมง 2 - 4 ชั่วโมง 4 - 8 ชั่วโมง 8 - 12 ชั่วโมง และ 12 - 24 ชั่วโมง วิเคราะห์ทางสถิติหาค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: SD) และความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มย่อย เปรียบ

เทียบความแตกต่างของขนาดรูม่านตาขวาและซ้ายด้วย Two-tailed paired t-test และพิจารณาความสัมพันธ์ด้วย Oneway ANOVA โดยโปรแกรม SPSS v.15

ผลการศึกษา

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ทั้งหมด 171 ศพ (ชาย 141ศพ หญิง 30 ศพ) อายุเฉลี่ย 43.43 ปี โดยมีสาเหตุการตายคือ กล้ามเนื้อหัวใจตายขาดเลือด จำนวน 52 ศพ ระบบหัวใจหายใจล้มเหลว จำนวน 44 ศพ ผูกคอต จำนวน 22 ศพ อุบัติเหตุจรวด จำนวน 15 ศพ อาวุธปืน จำนวน 5 ศพ และอื่น ๆ เช่น ปอดอักเสบติดเชื้อ จมน้ำไฟฟ้าช็อต ตกจากที่สูง เป็นต้น พบว่าค่าเฉลี่ยของขนาดรูม่านตาขวาและซ้ายเท่ากับ 4.57 และ 4.61 มิลลิเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 1)

จากนั้นทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างขนาดรูม่านตาขวาและซ้ายด้วย Two-tailed paired t-test ข้อมูลแสดงในตารางที่ 2

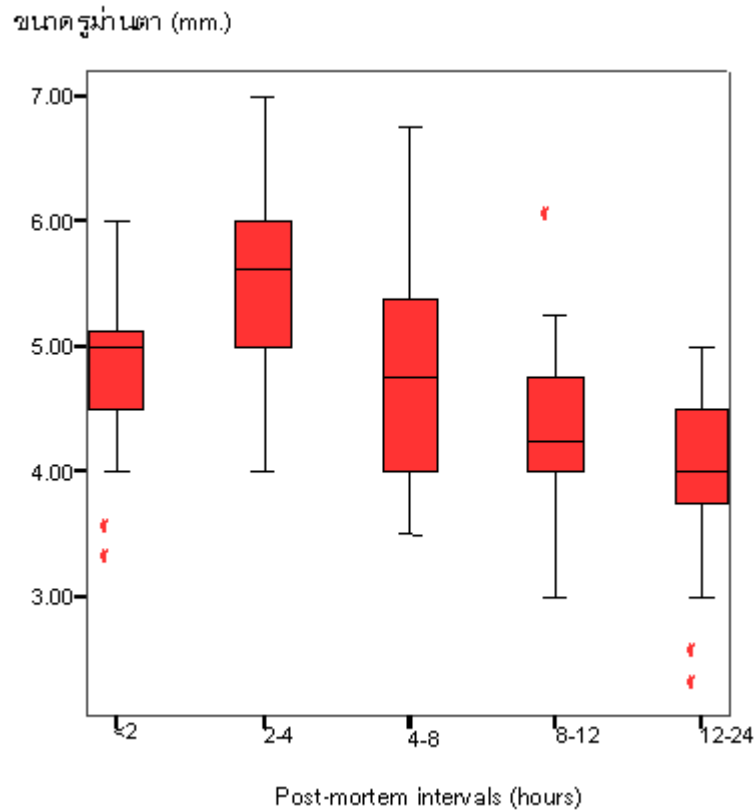
กลุ่มตัวอย่างที่ประเมินระยะเวลาหลังเสียชีวิตไม่เกิน 2 ชั่วโมงมีจำนวน 31 ศพ (ชาย 27 ศพ หญิง 4 ศพ) อายุเฉลี่ย 43.39 ปี มีค่าเฉลี่ยขนาดรูม่านตาอยู่ระหว่าง 3.25 – 6 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 4.77 มิลลิเมตร) กลุ่มระยะเวลาหลังเสียชีวิต 2-4 ชั่วโมงมีจำนวน 22 ศพ (ชาย 18 ศพ หญิง 4 ศพ) อายุเฉลี่ย 42.09 ปี มีค่าเฉลี่ยขนาดรูม่านตาอยู่ระหว่าง 4 – 7 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 5.56 มิลลิเมตร) กลุ่มระยะเวลาหลังเสียชีวิต 4 - 8 ชั่วโมงมีจำนวน 39 ศพ (ชาย 34 ศพ หญิง 5 ศพ) อายุเฉลี่ย 44.72 ปี มีค่าเฉลี่ยขนาดรูม่านตาอยู่ระหว่าง 3.5 – 6.75 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 4.81 มิลลิเมตร) กลุ่มระยะเวลาหลังเสียชีวิต 8-12 ชั่วโมงมีจำนวน 34 ศพ (ชาย 24 ศพ หญิง 10 ศพ) อายุเฉลี่ย 44.82 ปี มีค่าเฉลี่ยขนาดรูม่านตาอยู่ระหว่าง 3 – 6 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 4.33 มิลลิเมตร) และกลุ่มระยะเวลาหลังเสียชีวิต 12 - 24 ชั่วโมง มีจำนวน 45 ศพ (ชาย 38 ศพ หญิง 7 ศพ) อายุเฉลี่ย 41.96 ปี มีค่าเฉลี่ยขนาดรูม่านตาอยู่ระหว่าง 2.25 – 5 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 4.01 มิลลิเมตร) (รูปที่ 1)

ตารางที่ 1. แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของขนาดรูม่านตาทั้งสองข้าง

	Mean	N	Standard deviation
Right pupil	4.5431	171	0.88396
Left pupil	4.6111	171	0.88414

ตารางที่ 2. แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างขนาดรูม่านตาขวาและซ้ายด้วย Two-tailed paired t-test

	Mean	t	Degree of freedom	Sig. (2 tailed)
Right pupil – Left pupil	-0.03801	-1.173	170	0.242



รูปที่ 1. แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุดและสูงสุดของค่าเฉลี่ยของขนาดรูม่านตาและซ้ำตามช่วงระยะเวลาหลังเสียชีวิต

ต่อมาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยของขนาดรูม่านตาในแต่ละกลุ่มช่วงเวลา ด้วย Oneway ANOVA (ตารางที่ 3)

วิจารณ์

การประเมินระยะเวลาหลังเสียชีวิตของศพมีความสำคัญอย่างยิ่งในทางนิติเวชศาสตร์ โดยเฉพาะในกรณีที่ถูกทำร้ายร่างกายหรืออุบัติเหตุที่ยังไม่สามารถจับตัวผู้ต้องสงสัยได้ การประเมินระยะเวลาหลังเสียชีวิตที่ถูกต้องแม่นยำ จึงมีส่วนช่วยให้เจ้าพนักงานสอบสวนสามารถสืบสวนหาตัวผู้ต้องสงสัยได้อย่างแม่นยำมากยิ่งขึ้น ซึ่งในปัจจุบันการประเมินระยะเวลาหลังเสียชีวิตของศพอาศัยการตรวจการแข็งตัวของกล้ามเนื้อหลังตาย (Rigor mortis) และการตกลงสู่เบื้องต่ำของเม็ดเลือดหลังตาย (Livor mortis) ส่วนการตรวจการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิศพ

หลังตาย (Algor mortis) นั้นไม่นิยมใช้เนื่องจากมีความยุ่งยากและมีปัจจัยรบกวนค่อนข้างมาก แต่การตรวจการแข็งตัวของกล้ามเนื้อหลังตายนั้นอาจถูกรบกวนได้จากการเคลื่อนย้ายศพ ส่วนการตกลงสู่เบื้องต่ำของเม็ดเลือดหลังตายก็อาจถูกรบกวนได้ในศพที่มีภาวะโลหิตจาง หรือเสียเลือดมาก ซึ่งโดยทั่วไปขนาดรูม่านตาหลังเสียชีวิตในช่วงแรกนั้นจะมีขนาดใหญ่ขึ้น ต่อมาจะมีขนาดหดเล็กลงเนื่องจากการเกิด Rigor mortis⁽¹⁴⁾ แต่ก็ไม่ได้มีการระบุขนาดของรูม่านตาที่แน่ชัดในแต่ละช่วงเวลาหลังเสียชีวิตว่ามีขนาดเท่าใด

งานวิจัยชิ้นนี้จึงเกิดขึ้นมาด้วยสมมติฐานที่ว่า การเกิด Rigor mortis นั้นเกิดขึ้นทั้งกับกล้ามเนื้อลาย กล้ามเนื้อหัวใจและกล้ามเนื้อเรียบ ซึ่งมีอยู่ในกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหดรูม่านตา (Sphincter pupillae) และกล้ามเนื้อที่ใช้ในการขยายรูม่านตา (Dilator pupillae) ดังนั้นการ

ตารางที่ 3. แสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างขนาดรูม่านตาในแต่ละช่วงเวลาหลังเสียชีวิต

Group		Mean difference	Standard error	Significant
<2 Hr.	2-4 Hr.	-0.79069	0.19842	0.000
	4-8 Hr.	-0.04797	0.17127	0.780
	8-12 Hr.	0.43525	0.17676	0.015
	12-24 Hr.	0.76057	0.16614	0.000
2 - 4 Hr.	<2 Hr.	0.79069	0.19842	0.000
	4-8 Hr.	0.74272	0.18979	0.000
	8-12 Hr.	1.22594	0.19475	0.000
	12-24 Hr.	1.55126	0.18517	0.000
4 - 8 Hr.	<2 Hr.	0.04797	0.17127	0.780
	2-4 Hr.	-0.74272	0.18979	0.000
	8-12 Hr.	0.48322	0.16701	0.004
	12-24 Hr.	0.80855	0.15572	0.000
8 - 12 Hr.	<2 Hr.	-0.43525	0.17676	0.015
	2-4 Hr.	-1.22594	0.19475	0.000
	4-8 Hr.	-0.48322	0.16701	0.004
	12-24 Hr.	0.32533	0.16174	0.046
12 - 24 Hr.	<2 Hr.	-0.76057	0.16614	0.000
	2-4 Hr.	-1.55126	0.18517	0.000
	4-8 Hr.	-0.80855	0.15572	0.000
	8-12 Hr.	-0.32533	0.16174	0.046

เปลี่ยนแปลงของขนาดรูม่านตาในศพน่าจะมีการเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับระยะเวลาหลังเสียชีวิตเช่นเดียวกับการเกิด Rigor mortis และ Livor mortis

หลังการเสียชีวิตปริมาณ ATP ในร่างกายลดต่ำลง ร่วมกับเกิดการคั่งของ lactic acid ทำให้เกิดการจับกันของโปรตีน actin และ myosin ที่เรียกว่า chemical locking bridge ทำให้เกิดการแข็งตัวของกล้ามเนื้อ (Rigor mortis) ซึ่ง Knight ได้กล่าวว่า Rigor mortis นั้นทำให้กล้ามเนื้อหดสั้นลงเล็กน้อยแต่ที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้เนื่องจากการที่มีกล้ามเนื้อกลุ่ม flexor และ extensor ยึดบริเวณข้อ⁽¹⁾

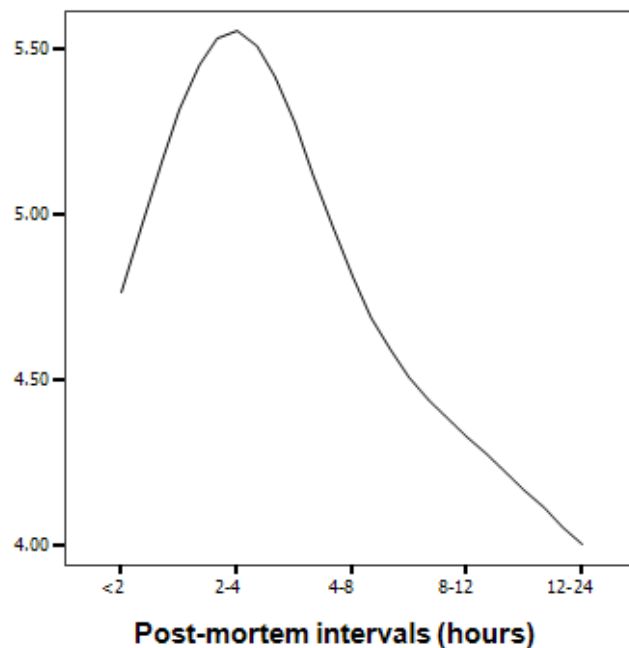
กล้ามเนื้อที่ใช้ในการหดรูม่านตา (Sphincter pupillae) และกล้ามเนื้อที่ใช้ในการขยายรูม่านตา

(Dilator pupillae) นั้นจัดอยู่ในกลุ่มกล้ามเนื้อเรียบชนิด multiunit โดยเรียงตัวอยู่ในชั้น posterior leaf ของม่านตา ซึ่งกล้ามเนื้อ Sphincter pupillae จะเรียงตัวเป็นวงกลมรอบรูม่านตา ส่วนกล้ามเนื้อ Dilator pupillae นั้นจะเรียงตัวด้านนอกในแนวรัศมีรอบรูม่านตา⁽¹⁵⁾ ซึ่งการทำงานของกล้ามเนื้อทั้งสองกลุ่มนั้นอาศัยการกระตุ้นจากสองกลไกคือ กลไกทางระบบประสาท (Neuronal) และกลไกทางระบบฮอรัโมน (Humoral mechanism)⁽¹⁶⁾ โดย Neuronal mechanism นั้นเป็นการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ ซึ่งแบ่งออกเป็นระบบประสาท sympathetic และ parasympathetic โดยระบบประสาท sympathetic ทำหน้าที่ในการกระตุ้นกล้ามเนื้อ Dilator pupillae ทำให้เกิดการขยายของรูม่านตา ส่วนระบบประสาท

parasympathetic นั้นจะกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อ Sphincter pupillae ทำให้รูม่านตาหดเล็ก ซึ่งระบบประสาททั้งสองระบบข้างต้นประกอบด้วยเซลล์ประสาทสองกลุ่ม คือ preganglionic neurons และ postganglionic neurons โดยที่บริเวณ synapse นั้น preganglionic neurons (ทั้งในระบบประสาท sympathetic และ parasympathetic) จะทำการหลั่งสารสื่อประสาท acetylcholine ซึ่งจะไปจับกับ nicotinic receptors ใน postganglionic neurons โดยที่ในระบบประสาท sympathetic จะทำให้เกิดการหลั่ง norepinephrine ไปกระตุ้น adrenergic receptors ที่อยู่ตามอวัยวะต่าง ๆ สำหรับในระบบประสาท parasympathetic นั้น postganglionic neurons เมื่อถูกกระตุ้นจะเกิดการหลั่ง acetylcholine ไปกระตุ้น muscarinic receptors ที่อยู่ตามอวัยวะต่าง ๆ ต่อไป ส่วนกลไกที่สองคือ Humoral mechanism นั้นอาศัยการทำงานของ circulating catecholamines⁽¹⁷⁾

ผลที่ได้จากการวิจัยพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างขนาดรูม่านตาขวาและซ้าย ดังนั้นในการประเมินเราสามารถทำการวัดขนาดรูม่านตาข้างใดก็ได้ หรือในกรณีที่ขนาดรูม่านตาสองข้างไม่เท่ากันก็สามารถนำมาหาค่าเฉลี่ยได้ หากพิจารณา ค่าเฉลี่ยของขนาดรูม่านตาในแต่ละช่วงเวลาหลังเสียชีวิตพบว่าขนาดรูม่านตาของศพในช่วงระยะเวลาหลังเสียชีวิตไม่เกิน 2 ชั่วโมง 2 - 4 ชั่วโมง 4 - 8 ชั่วโมง 8 - 12 ชั่วโมง และ 12 - 24 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นขนาดรูม่านตาของศพในช่วงเวลาหลังเสียชีวิตไม่เกิน 2 ชั่วโมงกับช่วง 4 - 8 ชั่วโมง ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการสังเกตแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของขนาดรูม่านตาพบว่า ขนาดรูม่านตาหลังเสียชีวิตจะมีการขยายตัวขึ้นและจะสูงสุดในช่วงสองถึงสี่ชั่วโมง จากนั้นขนาดรูม่านตามีแนวโน้มที่จะหดเล็กลงตามระยะเวลาที่ผ่านไป จึงทำให้ขนาดรูม่านตาในช่วงเวลาหลังเสียชีวิตไม่เกิน 2 ชั่วโมงกับ 4 - 8 ชั่วโมง มีขนาดไม่แตกต่างกัน (รูปที่ 2)

Pupil size (mm.)



รูปที่ 2. แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของขนาดรูม่านตาตามระยะเวลาที่เสียชีวิต

แต่เนื่องจากขนาดรูม่านตาของศพภายในแต่ละกลุ่มช่วงเวลามีการกระจายตัวค่อนข้างมาก การวัดขนาดรูม่านตาจึงสามารถประเมินระยะเวลาที่เสียชีวิตได้เพียงคร่าว ๆ ดังนั้นจึงอาจสรุปความสัมพันธ์ได้ดังนี้

- ขนาดรูม่านตาประมาณ 5.5 มิลลิเมตร ศพน่าจะมีระยะเวลาที่เสียชีวิต 2 - 4 ชั่วโมง
- ขนาดรูม่านตาประมาณ 4.3 มิลลิเมตร ศพน่าจะมีระยะเวลาที่เสียชีวิต 8 - 12 ชั่วโมง
- ขนาดรูม่านตาประมาณ 4 มิลลิเมตร ศพน่าจะมีระยะเวลาที่เสียชีวิต 12 - 24 ชั่วโมง
- ขนาดรูม่านตาประมาณ 4.8 มิลลิเมตร ศพน่าจะมีระยะเวลาที่เสียชีวิตไม่เกิน 2 ชั่วโมง หรือ 4-8 ชั่วโมง

ขนาดรูม่านตาหลังเสียชีวิตนั้นมีขนาดใหญ่กว่าขนาดรูม่านตาในสภาวะปกติของคนที่เสียชีวิต และการที่ขนาดรูม่านตามีแนวโน้มใหญ่ขึ้นในช่วงเวลา 4 ชั่วโมงแรกหลังเสียชีวิตนั้น เกิดจากการที่เซลล์กล้ามเนื้อม่านตาหลังเสียชีวิตในช่วง supravital period มีความไวต่อ humeral mediator มากขึ้น ตามกฎ Cannon and Rosenblueth's Law of Denervation⁽¹⁸⁾ ร่วมกับระดับของ norepinephrine ที่เพิ่มสูงขึ้นหลังเสียชีวิต⁽¹⁹⁾ ทำให้เกิดการกระตุ้นปลายประสาท sympathetic ส่งผลให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อ Dilator pupillae ทำให้รูม่านตาขยาย ต่อมาเมื่อกล้ามเนื้อม่านตาทั้งสองกลุ่มเกิด Rigor mortis เพิ่มมากขึ้น ร่วมกับกล้ามเนื้อม่านตาไม่สามารถเกิด supravital reaction ทำให้รูม่านตามีขนาดเล็กลงกว่าในช่วงแรกของการเสียชีวิต แต่ยังมีขนาดใหญ่กว่าขนาดรูม่านตาในสภาวะปกติของคนที่เสียชีวิต ซึ่งอาจเป็นผลจากการที่กล้ามเนื้อ Dilator pupillae นั้นอาจมีจำนวนมากกว่า หรือมีความยาวหรือความหนาแน่นมากกว่ากล้ามเนื้อ Sphincter pupillae ทำให้เมื่อเกิด Rigor mortis กล้ามเนื้อ Dilator pupillae จึงสามารถหดตัวได้มากกว่ากล้ามเนื้อ Sphincter pupillae⁽²⁰⁾

เมื่อนำการวัดขนาดรูม่านตามาประกอบกับการตรวจการแข็งตัวของกล้ามเนื้อ และการตกลงสู่เบื้องต่ำของเม็ดเลือดหลังตาย โดยเฉพาะในช่วงระยะเวลาหลัง

เสียชีวิตตั้งแต่ 7 ชั่วโมงขึ้นไป ที่ความแข็งแรงของ Rigor mortis เริ่มลดลง⁽¹⁸⁾ ทำให้การประเมินระยะเวลาหลังเสียชีวิตอาจมีความคลาดเคลื่อนได้ ซึ่งหากนำวิธีการวัดขนาดรูม่านตามาเป็นข้อมูลประกอบในการประเมินระยะเวลาหลังเสียชีวิต อาจจะช่วยทำให้สามารถประเมินระยะเวลาหลังเสียชีวิตได้อย่างถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น

สรุป

การวิจัยนี้อาจมีข้อจำกัดในเรื่องของขนาดรูม่านตาในแต่ละกลุ่มช่วงเวลานั้นไม่ได้มาจากตัวอย่างเดียวกัน ซึ่งถ้าทำการวัดขนาดรูม่านตาที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละช่วงเวลากจากตัวอย่างเดียวกันจะสามารถแสดงถึงความสัมพันธ์ของขนาดรูม่านตาในแต่ละช่วงเวลาได้ดีกว่า แต่เนื่องจากในทางปฏิบัติแล้วทางผู้วิจัยไม่สามารถเก็บศพไว้ ณ ศูนย์ชันสูตรพลิกศพเพื่อทำการวัดขนาดรูม่านตาที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละช่วงเวลาได้เพราะจะเป็นการขัดต่อหลักจริยธรรม และจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยอาจมีจำนวนน้อย เนื่องจากระยะเวลาที่ใช้ในการทำวิจัยมีค่อนข้างจำกัด

การประเมินระยะเวลาหลังเสียชีวิตได้อย่างถูกต้องแม่นยำจะช่วยเจ้าหน้าที่ตำรวจในการสืบเสาะหาตัวผู้ต้องหา การประเมินระยะเวลาหลังเสียชีวิตจากการวัดขนาดรูม่านตานั้นสามารถทำได้ง่าย มีต้นทุนต่ำ และไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพศพหลังทำการตรวจ ซึ่งหากนำมาใช้ควบคู่กับการตรวจการแข็งตัวของกล้ามเนื้อหลังตายและการตกลงสู่เบื้องต่ำของเม็ดเลือดหลังตายก็อาจจะช่วยให้สามารถทำการประเมินระยะเวลาหลังเสียชีวิตได้แม่นยำยิ่งขึ้น

อ้างอิง

1. Saukko P, Knight B. The pathophysiology of death. In: Saukko P, Knight B. Knight's Forensic pathology. 3rd ed. New York: Arnold, 2004: 52-97
2. Spitz W. Time of death and changes after death.

- In: Spitz W. Spitz and Fisher's Medicolegal investigation of death. 4th ed. Springfield, Illinois: Charles C Thomas Publisher, 2006: 87-183
3. Miller N, Biousse V, Newman N, Kerrison J. Principles and Techniques of Examination of Pupils, Accommodation, and Lacrimation. In: Miller N. Walsh and Hoyt's Clinical Neuro-Ophthalmology. 6th ed. Philadelphia, Pennsylvania: Wolters Kluwer Company, 2005:716
 4. MacLachlan C, Howland H. Normal values and standard deviations for pupil diameter and interpupillary distance in subjects aged 1 month to 19 years. *Ophthalmic and Physiological Optics* 2002 May; 22(3): 175-82
 5. Winn B, Whitaker D, Elliott D, Phillips N. Factors affecting light-adapted pupil size in normal human subjects. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 1994 Mar; 35(3): 1132-7
 6. Kanski J. Glaucoma Uveitis Ocular tumours and related conditions, Trauma. In: Kanski J. *Clinical ophthalmology. A systematic approach.* 6th ed. London: Butterworth-Heinemann Medical, 2007:371-440, 441-508, 509-64, 847-69
 7. Karavanaki K, Davies A, Hunt L, Morgan M, Baum J. Pupil size in diabetes. *Archives of Disease in Childhood* 1994 Aug; 71(6): 511-5
 8. Hayashi K, Hayashi H. Pupil size before and after phacoemulsification in nondiabetic and diabetic patients. *Journal of Cataract and Refractive Surgery* 2004 Dec; 30(12): 2543-50
 9. Pittasch D, Robmann R, Behrens-Baumann W, Lehnert H. Pupil signs of Sympathetic Autonomic Neuropathy in Patients with Type 1 Diabetes. *Diabetes Care* 2002 Sep; 25(9): 1545-50
 10. ญัฐ ตันศรีสวัสดิ์, ศิรินันท์ เขี่ยมภักดี. สารกลุ่มแอมเฟตตามีน ใน: ญัฐ ตันศรีสวัสดิ์, บรรณาธิการ. นิติพิษวิทยา. กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์วิทยาลัย, 2550: 98-100
 11. Knaggs R, Cobby T, Hobbs G. The Pupillary effect of Intravenous Morphine, Codeine and Tramadol in Volunteers. *Anesthesia and Analgesia* 2004 Jul; 99(1): 108-12
 12. ญัฐ ตันศรีสวัสดิ์, ศิรินันท์ เขี่ยมภักดี. สารกำจัดศัตรูพืช ใน: ญัฐ ตันศรีสวัสดิ์, บรรณาธิการ. นิติพิษวิทยา. กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์วิทยาลัย, 2550: 180-4, 187
 13. Adams A, Brown B, Haegerstrom-Portnoy G, Flom M, Jones R. Marijuana, Alcohol and Combined Drug Effects on the Time Course of Glare Recovery. *Psychopharmacology* 1978 Jan; 56(1): 81-6
 14. Gordon I, Shapiro H, Berson S. Diagnosis and The Early Signs of Death. In: Gordon I, Shapiro H, Berson S. *Forensic Medicine A Guide to Principles.* 3rd ed. New York: Churchill Livingstone, 1998: 9
 15. Kaufman P. The pupil. In: Kaufman P, Alm A. *Adler's Physiology of The Eye.* 10th ed. St. Louis: Mosby, Inc, 2003:722-4
 16. Ganong W. Excitable tissue: Muscle. In: Ganong W. *Review of Medical Physiology.* 22nd ed. USA: The McGraw-Hill Companies, Inc, 2005: 82-4

17. Ganong W. The Autonomic Nervous System. In: Ganong W. Review of Medical Physiology. 21st ed. USA: The McGraw-Hill Companies, Inc, 2003: 226-34
18. Henssge C, Knight B, Krompecher T, Madea B, Nokes L. Muscle and tissue changes after death. In: Knight B. The Estimation of the Time Since Death in the Early Postmortem Period. New York: Edward Arnold, 1995:143, 156-65
19. Hirvonen J, Huttunen P. Postmortem changes in serum noradrenaline and adrenaline concentrations in rabbit and human cadavers. Internal Journal of Legal Medicine 1996 Sep; 109(3): 143-6
20. Kobayashi M, Ikegaya H, Takase I, Hatanaka K, Sakurada K, Iwase H. Development of rigor mortis is not affected by muscle volume. Forensic science international 2001 Apr; 117(3): 213-9