การเก็บตัวอย่างอวัยวะโดยวิธีกำซาบด้วยสารพลาสติก ตามวิธี S-10 standard technique โดยใช้เครื่องมือ plastination unit ที่ผลิตขึ้นเอง

อุทัย ตันกิตติวัฒน์, สพ.บ.*
เอมอร เจริญสรรพพืช, วทม. (กายวิภาคศาสตร์)*

บทคัดย่อ ได้ทำการศึกษาการเก็บรักษาตัวอย่างอวัยวะไม่ให้เน่าโดยการกำซาบด้วยสารซิลิโคนตามวิธี ของ S-10 standard technique ด้วยการใช้เครื่อง plastination unit ที่ผลิตขึ้นเอง หลังจากตัวอย่างอวัยวะได้ผ่านขบวนการดอง (fixation) และดึงน้ำออกจากเนื้อเยื่อ (dehydration) แล้ว ในขั้นตอนการกำซาบ (forced impregnation) ด้วยสารซิลิโคนเข้าสู่ตัวอย่างอวัยวะจะใช้เครื่อง plastination unit ที่ผลิตขึ้นเอง เป็นเครื่องมือทำให้เกิดขบวนการกำซาบสารซิลิโคนเข้าสู่อวัยวะหลังจากนั้นทำให้สารซิลิโคนในตัวอย่างอวัยวะแข็งตัวโดยใช้ตัวทำแข็งที่เหมาะสม พบว่า ตัวอย่างอวัยวะที่ได้มีลักษณะแห้งไม่เน่า ไม่มีกลิ่นเหมือนธรรมชาติ และสามารถจับต้องได้อย่างใกล้ชิด แสดงว่าเครื่อง plastination unit ที่ผลิตขึ้นเองสามารถกำซาบสารพลาสติกเข้าสู่อวัยวะได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถใช้เครื่องมือดังกล่าวมาใช้เก็บรักษาอวัยวะไม่ให้เน่าโดยการกำซาบด้วยสารพลาสติกโดยไม่ต้องสั่งซื้อเครื่องมือที่มีราคาแพงกว่ามาจากต่างประเทศ

Abstract **The permanent preservation of the specimens by S-10 standard technique from department-made plastination unit**

Uthai Tankittiwat, D.V.M.*
Em-orn Jaroensuppaperch, MSc. (Anatomy)*

The S-10 standard silicone technique is suitable for preser vation of all kinds of putrefiable macroscopic specimens. After fixation and dehydration, the specimens are impregnated with silicone rubber in the department – made plastination unit. After impregnation, the specimens are cured by hardener. Cured specimens are dry, odorless, durable and easy to handle. Consequently, the department – made plastination unit which is cheaper than that bought from abroad can be used in the plastination process effectively. *(MJS 1998 ; 2 : 73-80)*

* ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
Department of Anatomy, Faculty of Medicine. Srinakharinwirot University.

บทนำ

การเรียนการสอนวิชามหกายวิภาคศาสตร์(Gross Anatomy) ของนักศึกษาแพทย์เป็นการศึกษาอวัยวะและโครงสร้างของระบบต่างๆ ของร่างกายมนุษย์ ที่เห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น หัวใจและหลอดเลือด สมองและไขสันหลังรวมทั้งเส้นประสาท ระบบกล้ามเนื้อ ปอด ตับ ม้าม ลำไส้ ฯลฯ ซึ่งต้องศึกษากับร่างกายมนุษย์จริงจากศพผู้อุทิศร่างกายเพื่อการศึกษาที่เรียกว่า "อาจารย์ใหญ่" ในการเรียนการสอนนักศึกษาแพทย์จะต้องเสาะศึกษาอวัยวะและโครงสร้างต่างๆ ของร่างกายมนุษย์จากศพอาจารย์ใหญ่ ซึ่งอาจารย์ใหญ่ 1 ท่าน ใช้เวลาเสาะศึกษา 1 ปีการศึกษาเท่านั้นก็จะทำฌาปนกิจไป ฉะนั้นจึงมีการเก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อหรืออวัยวะที่มีคุณค่าหรือมีความสำคัญและหายากไว้ใช้ศึกษา โดยการนำมาแช่ดองไว้ในน้ำยาฟอร์มาลินในภาชนะหรือในโพลพลาสติกใส เพื่อให้เนื้อเยื่อหรืออวัยวะดังกล่าวไม่เน่า และเก็บไว้ใช้ศึกษาได้นาน แต่การเก็บรักษาเนื้อเยื่อหรืออวัยวะด้วยวิธีนี้มีข้อจำกัดในการใช้ศึกษาเพราะไม่สามารถจับต้องได้อย่างใกล้ชิด และอาจมีการระเหยของน้ำยาดองหรือการรั่วซึมของน้ำยาดองทำให้ต้องคอยเติมน้ำยาดองอยู่เสมอๆ นอกจากนี้ในขั้นตอนการเตรียมน้ำยาดองฟอร์มาลินที่ระเหยขึ้นมายังระคายเคืองต่อเยื่อบุตาและเยื่อเมือกระบบทางเดินหายใจซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

ปัจจุบันได้มีการเก็บรักษาตัวอย่างอวัยวะไม่ให้เน่าโดยการกำซาบด้วยสารพลาสติก (Plastination) เช่น การกำซาบสารซิลิโคน (Silicone rubber) เข้าสู่อวัยวะตามวิธีของ S–10 standard technique โดยมีหลักการว่า น้ำและไขมันในเนื้อเยื่อจะถูกแทนที่โดยสารซิลิโคนซึ่งต่อมาเมื่อทำให้สารซิลิโคนแข็งตัวก็จะทำให้อวัยวะมีลักษณะแห้งไม่เน่าไม่มีกลิ่น มีลักษณะเหมือนธรรมชาติและสามารถจับต้องได้โดยไม่ต้องแช่ดองไว้ในน้ำยาฟอร์มาลิน ในขั้นตอนกำซาบสารซิลิโคนเข้าสู่เนื้อเยื่อนั้นจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือ Plastination unit ที่ผลิตจากต่างประเทศลักษณะเป็นตู้สูญญากาศที่อยู่ในตู้เย็น –25 องศาเซลเซียส จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจศึกษาการเก็บรักษาอวัยวะไม่ให้เน่าด้วยวิธีดังกล่าวโดยใช้เครื่อง Plastination unit ที่ผลิตขึ้นเอง เพราะมีราคาถูกกว่าการสั่งซื้อจากต่างประเทศมาทดลองใช้ในขบวนการกำซาบสารซิลิโคนเข้าสู่เนื้อเยื่อ ตามวิธีของ S–10 standard technique ว่าสามารถนำมาใช้ในขบวนการกำซาบสารซิลิโคนเข้าสู่เนื้อเยื่อได้หรือไม่ เพื่อนำผลมาประยุกต์ใช้ในวงการกายวิภาคศาสตร์ของประเทศไทยต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเก็บอวัยวะไม่ให้เน่า โดยวิธีกำซาบด้วยสารพลาสติกตามวิธีของ S–10 standard technique โดยใช้เครื่อง Plastination unit ที่ผลิตขึ้นเอง
2. นำผลการศึกษาดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ ในการเก็บรักษาอวัยวะไม่ให้เน่า โดยวิธีกำซาบด้วยสารพลาสติก เพื่อใช้ในการเรียนการสอน วิชามหกายวิภาคศาสตร์ และจัดแสดงไว้ในพิพิธภัณฑ์กายวิภาคศาสตร์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

ศึกษาการเก็บรักษาอวัยวะของร่างกายส่วนต่างๆ เช่น แขน ขา ตับและหัวใจไม่ให้เน่า โดยวิธีกำซาบด้วยสารซิลิโคน ตามวิธีของ S–10 standard technique ซึ่งมีขั้นตอนที่สำคัญ 4 วิธี คือ

1. การดอง (Fixation)

เป็นการทำให้ตัวอย่างอวัยวะหรือเนื้อเยื่อก่อนที่จะนำมากำซาบด้วยสารซิลิโคนไม่ให้เน่า โดยหยุดกิจกรรมของเอ็นไซม์ภายในเซลล์ สามารถทำได้โดยใช้เทคนิคการดองเนื้อเยื่อที่ใช้อยู่ทั่วไป คือ การใช้น้ำยาฟอร์มาลินที่ความเข้มข้น 5–20 % ปกติถ้าเป็นตัวอย่างอวัยวะจากศพอาจารย์ใหญ่ที่ผ่านการฉีดน้ำยาดองศพมาแล้ว สามารถนำมาทำขบวนการต่อไปได้เลย

2. การดึงน้ำออกจากเนื้อเยื่อ (Dehydration)

เนื่องจากสารซิลิโคน ไม่สามารถกำซาบเข้าแทนที่น้ำและไขมันที่อยู่ในเนื้อเยื่อได้โดยตรงจึงต้องทำการดึงน้ำออกก่อนตามวิธีที่เรียกว่า freeze substitution ด้วยการแช่อวัยวะลงในน้ำยาอะซีโตน (acetone) ที่อุณหภูมิ –25 องศาเซลเซียส ก่อนที่จะนำอวัยวะตัวอย่างแช่ลงในน้ำยาอะซีโตนที่อุณหภูมิ –25 องศาเซลเซียสนั้น ต้องแช่เย็นอวัยวะดังกล่าวที่อุณหภูมิ +5

องศาเซลเซียสก่อน (precooling) เป็นเวลา 1 คืน เพื่อลดความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างอวัยวะและน้ำยาอะซีโตน ซึ่งเป็นการป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็งในเนื้อเยื่อและมีความสำคัญต่อการดึงน้ำ ออกจากเนื้อเยื่อที่มีความบอบบาง (delicate structures)

ขั้นตอนการดึงน้ำออกจากเนื้อเยื่อด้วยวิธีที่เรียกว่า freeze substitution เป็นวิธีที่นิยมใช้ในขบวนการกำซาบสารพลาสติกเข้าสู่เนื้อเยื่อ (Plastination) โดยปริมาตรของน้ำยาอะซีโตนที่ใช้ต้องมากกว่าปริมาตรของอวัยวะที่จะนำมาทำการดึงน้ำออกจากเซลล์อย่างน้อย 10 เท่า และให้ทำการเปลี่ยนน้ำยาอะซีโตน 3–4 ครั้ง ขั้นตอนดึงน้ำออกจากเนื้อเยื่อต้องให้มีน้ำเหลืออยู่ในเนื้อเยื่อน้อยกว่า 1% ส่วนการละลายไขมันออกจากเนื้อเยื่อ ให้แช่ตัวอย่างอวัยวะไว้ในน้ำยาอะซีโตนที่อุณหภูมิห้อง หรือแช่ลงใน methylene chloride ซึ่งจะละลายไขมันได้ดีกว่าน้ำยา อะซีโตน แต่มีอันตรายต่อสุขภาพมากกว่า

3. ขั้นตอนการกำซาบด้วยสารซิลิโคน (forced impregnation)

เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญที่สุด โดยจะมีการแลกเปลี่ยนระหว่างสารตัวกลางที่ระเหยได้ คือน้ำยาอะซีโตนกับสารซิลิโคนภายในเครื่อง Plastination unit ซึ่งเป็นตู้สูญญากาศในตู้เย็น –25 องศาเซลเซียส ในขั้นตอนนี้จะใช้เครื่อง Plastination unit ที่ผลิตขึ้นเอง

ขั้นตอนการกำซาบด้วยสารซิลิโคนทำได้โดยแช่อวัยวะที่ผ่านขบวนการดึงน้ำและละลายไขมันออกจากเนื้อเยื่อมาอย่างดีแล้ว ลงในส่วนผสมของ S–10 (BIODUR S–10) กับตัวทำแข็ง S–3 (BIODUR S–3) ในอัตราส่วน S–10 100 กรัม ต่อตัวทำแข็ง S–3 1 มิลลิลิตร ภายในเครื่อง Plastination unit แล้วทำการปรับระดับความดันในตู้สูญญากาศ โดยใช้หลักดังนี้

วันแรก : แช่อวัยวะในส่วนผสมของ S–10 กับตัวทำแข็ง S–3 เป็นเวลา 1 คืน

วันที่สอง : เปิดเครื่องปั๊มสูญญากาศ ปรับระดับความดันภายในตู้สูญญากาศที่ 35–40 เซ็นติเมตรปรอท (cmHg)

วันที่สาม : ลดระดับความดันภายในตู้สูญญากาศอย่างช้าๆ ให้อยู่ที่ระดับ 25–30 เซ็นติเมตรปรอท

วันที่สี่ : ค่อยๆ ปรับลดความดันภายในตู้สูญญากาศวันละ 1–2 เซ็นติเมตรปรอท ทุกวัน จนความดันภายในตู้สูญญากาศต่ำกว่า 3 มิลลิเมตรปรอท (mmHg) ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 3–4 สัปดาห์

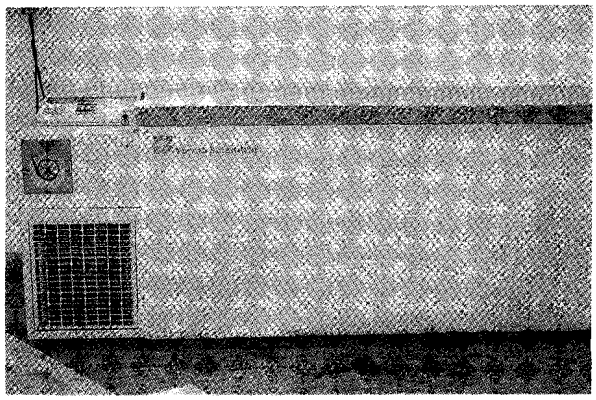
4. ขั้นตอนการทำสารให้สารซิลิโคนแข็งตัว (Curing)

เป็นขั้นตอนที่ทำให้สารซิลิโคนที่กำซาบเข้าสู่อวัยวะแข็งตัว โดยให้อวัยวะดังกล่าวสัมผัสกับไอระเหยของตัวทำแข็ง S–6 (BIODUR S–6) ภายในภาชนะปิดที่มีสารดูดความชื้น (Potassium chloride) อยู่ด้วย การทำให้ตัวทำแข็ง S–6 ระเหยกลายเป็นไอ จะใช้เครื่องปั๊มอากาศในตู้ปลา (Aquarium air pump) ไอระเหยของตัวทำแข็ง S–6 จะทำให้เกิดการเชื่อมกัน (cross link) ระหว่างโมเลกุลของสารซิลิโคน S–10 จึงเกิดการแข็งตัวของสารซิลิโคนขึ้น

จากนั้นทำการศึกษาอวัยวะที่ผ่านขบวนการกำซาบด้วยสารซิลิโคน ตามวิธีของ S–10 standard technique เพื่อประเมินว่าเครื่อง Plastination unit ที่ผลิตขึ้นเอง สามารถนำมาใช้ในขบวนการเก็บรักษาอวัยวะไม่ให้เน่า โดยวิธีการกำซาบด้วยสารพลาสติกได้หรือไม่ โดยพิจารณาจากคุณลักษณะของอวัยวะดังนี้

1) ความสามารถในการเก็บรักษาอวัยวะไม่ให้เน่า โดยดูจากลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างอวัยวะที่ได้ เพื่อประเมินประสิทธิภาพ การกำซาบสารซิลิโคนเข้าสู่อวัยวะ

2) ความคงทนถาวรของอวัยวะที่ผ่านการกำซาบด้วยสารซิลิโคน



รูปที่ 1 ตู้แช่อวัยวะในน้ำยาอะซีโตน ที่อุณหภูมิ –25 องศาเซลเซียส

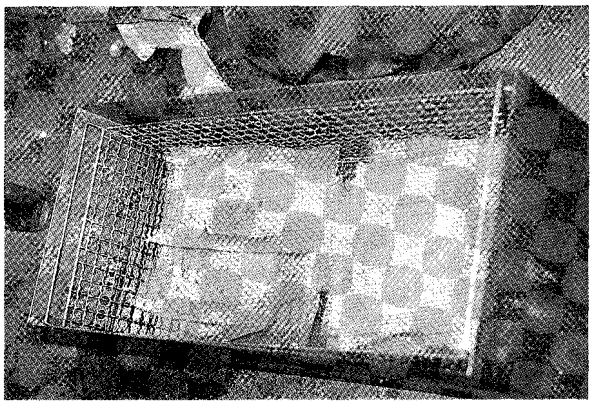
ผลการวิจัย

หลังจากตัวอย่างอวัยวะผ่านขบวนการกำซาบด้วยสารซิลิโคน และทำให้สารซิลิโคนแข็งตัวดีแล้ว พบว่าตัวอย่างอวัยวะที่ได้มีลักษณะแห้ง ไม่เน่า ไม่มีกลิ่น มีลักษณะเหมือนธรรมชาติ สามารถยืดหยุ่นได้ และที่สำคัญสามารถจับต้องได้อย่างใกล้ชิด โดยไม่ต้องอยู่ในน้ำยาฟอร์มาลิน และจากการติดตามอวัยวะที่ผ่านการเก็บรักษาไม่ให้เน่า โดยวิธีการกำซาบด้วยสารซิลิโคนเป็นเวลาประมาณ 2 ปี พบว่าอวัยวะดังกล่าวยังคงสภาพเหมือนเดิม ทั้งทางด้านกายภาพและความคงทนถาวรของอวัยวะ

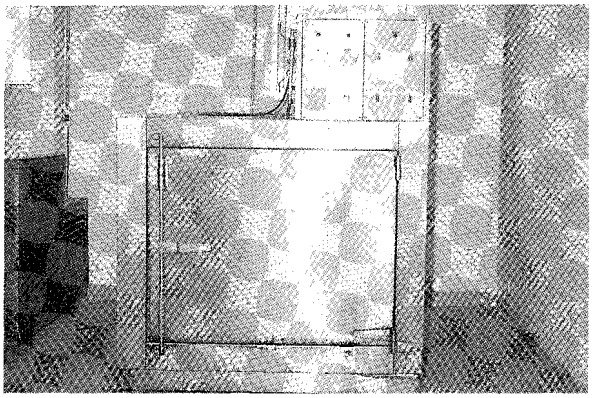
ส่วนระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาอวัยวะไม่ให้เน่าตามวิธีของ S-10 standard technique ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางแสดงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาอวัยวะไม่ให้เน่าด้วยวิธี S-10 standard technique

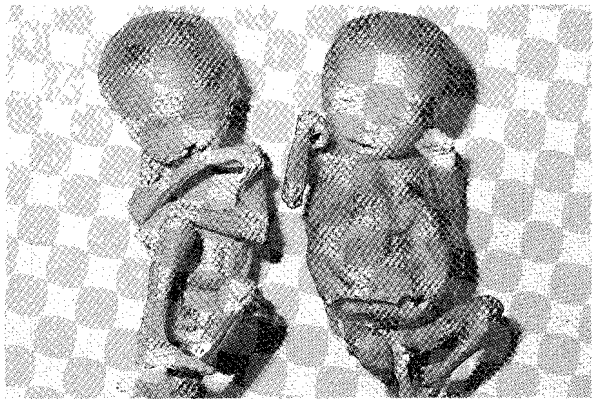
ขั้นตอน	ระยะเวลา (สัปดาห์)
1. การดองเนื้อเยื่อ	1
2. การดึงน้ำออกจากเนื้อเยื่อด้วยวิธี freeze substitution	1-5 (ขึ้นกับขนาดของอวัยวะ)
3. การกำซาบด้วยสารซิลิโคน S-10/S-3 ในตู้สูญญากาศ (-25oC)	3-4
4. การทำให้สารซิลิโคนแข็งตัวด้วยการอบไอระเหยของตัวทำแข็ง S-6	3
รวม	ประมาณ 13 สัปดาห์



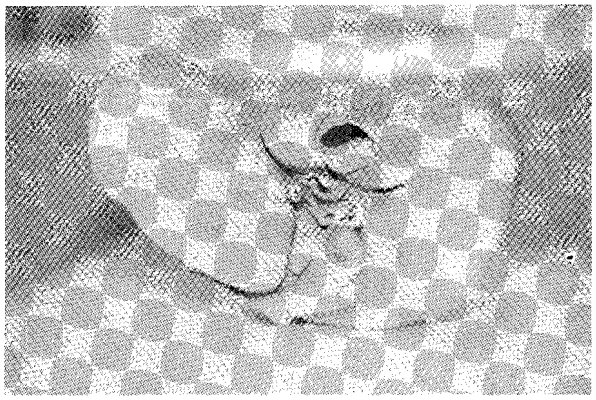
รูปที่ 2 ขั้นตอนแช่ตัวอย่างอวัยวะในน้ำยาอะซีโตนเพื่อละลายไขมันออกในอุณภูมิห้อง



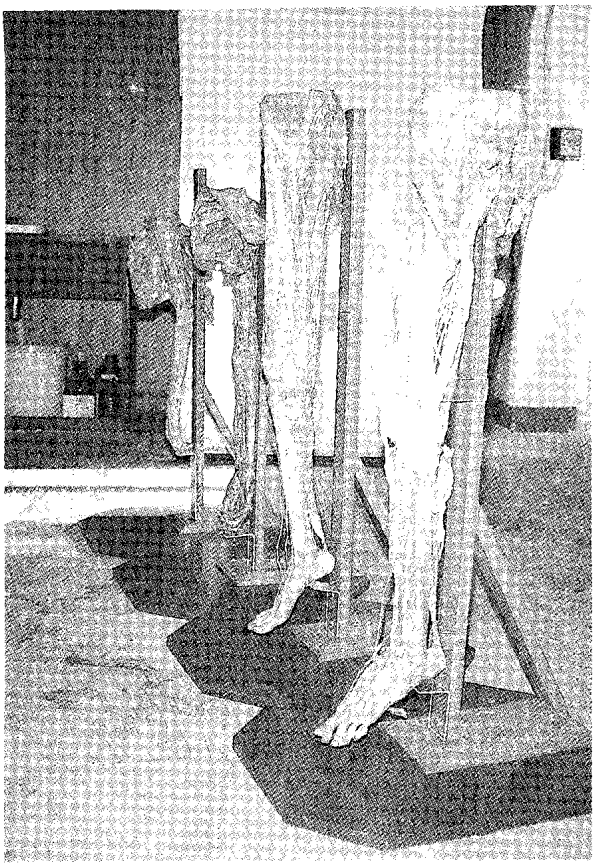
รูปที่ 3 เครื่อง Plastination unit เป็นตู้สูญญากาศในตู้เย็น -25 องศาเซลเซียส ที่ผลิตขึ้นเองในประเทศไทย



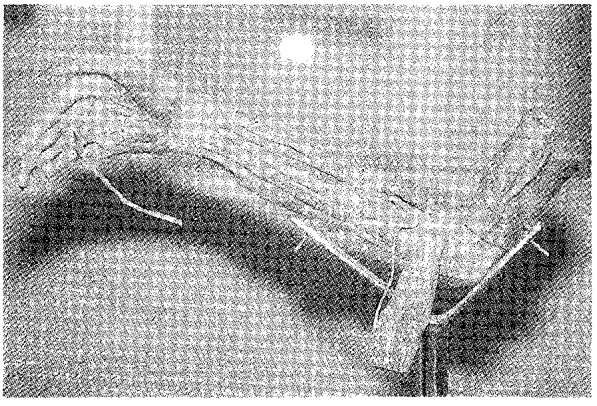
รูปที่ 4 ภาพแสดงทารกผิดปกติ ซึ่งผ่านขั้นตอน ตามวิธีของ S-10 มีลักษณะแห้ง ไม่เน่า จับต้องได้



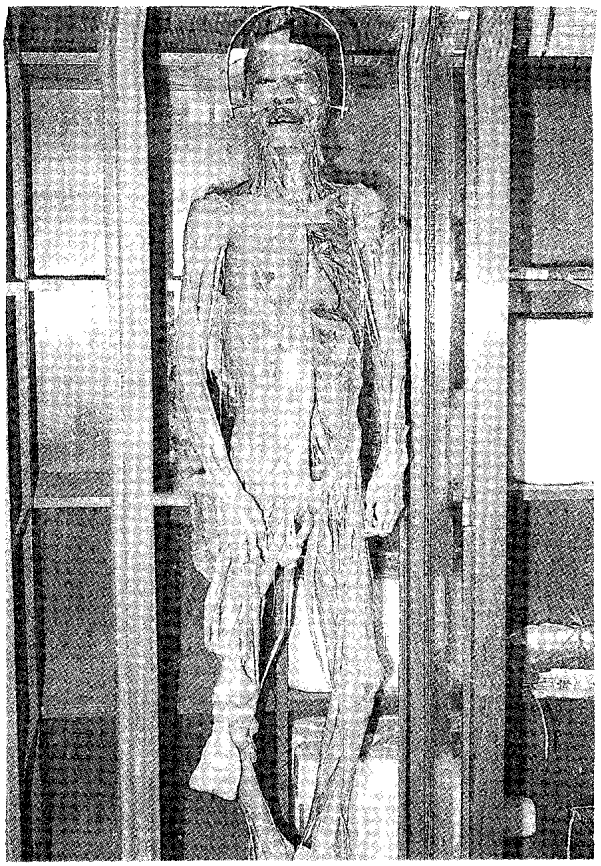
รูปที่ 5 ภาพแสดงตับ ซึ่งผ่านขั้นตอน ตามวิธีของ S-10



รูปที่ 6 ภาพแสดงท่อนแขนและท่อนขา ตามวิธีของ S-10 ซึ่งจะสามารถเก็บรักษาอวัยวะ, เนื้อเยื่อ คงสภาพตามจริง ไม่เน่า ไม่มีกลิ่น



รูปที่ 7 ภาพแสดงกล้ามเนื้อ, เอ็นและเส้นประสาทของแขนและมือ ตามวิธีของ S-10



รูปที่ 8 ภาพแสดงร่างกายมนุษย์ครบทั้งร่าง ที่ผ่านการเก็บรักษา ตามวิธีของ S-10 ซึ่งจะคงอยู่ให้ศึกษาได้ตลอดไป

สรุปและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาและเก็บรักษาตัวอย่างอวัยวะไม่ให้เน่า ด้วยวิธีการกำซาบด้วยสารพลาสติกตามวิธีของ S-10 standard technique โดยใช้เครื่องมือ Plastination unit ที่ผลิตขึ้นเอง พบว่าเครื่องมือดังกล่าวสามารถกำซาบสารซิลิโคนเข้าสู่อวัยวะตัวอย่างได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถนำมาใช้เก็บรักษาอวัยวะไม่เน่าได้เป็นอย่างดี ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบการเก็บรักษาอวัยวะไม่ให้เน่า โดยการใช้น้ำยาฟอร์มาลินที่ใช้กันอยู่ทั่วไปกับวิธีการกำซาบสารซิลิโคนตามวิธีของ S-10 standard technique ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบวิธีการเก็บรักษาอวัยวะไม่ให้เน่า โดยใช้น้ำยาฟอร์มาลิน กับการกำซาบด้วยสารซิลิโคนตามวิธี S-10 standard technique

หัวข้อ	การดองด้วยน้ำยาฟอร์มาลิน	การกำซาบด้วยสารซิลิโคน ตามวิธี S-10 standard technique
1. ขบวนการเก็บรักษา	ทำได้ง่ายไม่ยุ่งยากโดยการแช่ในน้ำยาฟอร์มาลินความเข้มข้น 5-20 % ในภาชนะหรือโหลพลาสติกใส	มีขั้นตอนยุ่งยากและซับซ้อนกว่า
2. ลักษณะของอวัยวะ	เปียกและมีกลิ่นน้ำยาฟอร์มาลินไม่สามารถจับต้องได้อย่างใกล้ชิด กรณีการดองเก็บไว้ในภาชนะใสที่ปิดสนิท	แห้งไม่เน่า ไม่มีกลิ่น ลักษณะเหมือนธรรมชาติ และสามารถจับต้องได้อย่างใกล้ชิด
3. น้ำยาที่ใช้	น้ำยาฟอร์มาลินความเข้มข้น 5-20 %	น้ำยาอะซีโตน สารซิลิโคน S-10 และตัวทำแข็ง S-3 กับ S-6
4. อุปกรณ์	ไม่ต้องใช้อุปกรณ์พิเศษเพียงแต่แช่อวัยวะไว้ในภาชนะที่ต้องการเก็บรักษาไม่ให้เน่า	Plastination unit ประกอบด้วยตู้สูญญากาศ เครื่องปั๊มสูญญากาศ manometer, bypass valve และตู้เย็น -25 องศาเซลเซียส
5. ราคาน้ำยา	ราคาถูก หาซื้อได้ภายในประเทศ	ราคาแพง ต้องซื้อสารซิลิโคนจากต่างประเทศ
6. ระยะเวลาที่ใช้ในขบวนการเก็บรักษา	ต้องแช่อยู่ในน้ำยาฟอร์มาลินตลอดเวลาที่ทำการเก็บรักษาไม่ให้เน่า	ประมาณ 13 สัปดาห์
7. การดูแลรักษาตัวอย่างอวัยวะ	ต้องคอยเปลี่ยนน้ำยาฟอร์มาลิน กรณีที่น้ำยาขุ่น หรือต้องคอยเติมน้ำยาฟอร์มาลินในกรณีที่มีการรั่วซึม	ไม่ต้องการการดูแลรักษาที่เป็นพิเศษ เพียงเก็บไว้ในภาชนะเพื่อป้องกันการขีดข่วน
8. ประโยชน์ในการใช้ศึกษา	มีประโยชน์ต่อการใช้ศึกษาน้อยกว่า เพราะไม่สามารถจับต้องได้ ในกรณีที่อยู่ในโหลพลาสิกใส	มีประโยชน์ต่อการใช้ศึกษาดีกว่า เพราะสามารถจับต้องได้อย่างใกล้ชิด

การเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียของเครื่อง Plastination unit ที่ผลิตขึ้นเองกับที่ต้องสั่งซื้อจากประเทศเยอรมันนี ดังตารางที่ 3

หัวข้อ	เครื่อง Plastination unit ที่ผลิตขึ้นเอง	เครื่อง Plastination unit จากประเทศเยอรมันนี
1. องค์ประกอบของเครื่อง	– ตู้สูญญากาศขนาด 120 ซม. X 30 ซม. X 60 ซม. (ยาว X กว้าง X สูง) ฝาปิดเป็นสแตนเลส ไม่สามารถมองเห็นฟองอากาศภายในตู้ การปรับระดับความดันภายใน ใช้วิธีประมาณการโดยค่อยๆ ปรับลดระดับความดันลงให้ได้ระดับ ตามต้องการ	– ตู้สูญญากาศขนาด 118 ซม. x 28 ซม. x 52 ซม. (ยาว x กว้าง x สูง) ฝาปิดเป็นกระจก สามารถมองเห็นฟองอากาศสำหรับปรับระดับความดันภายในให้เหมาะสมเพื่อป้องกันการหดตัวของเนื้อเยื่อ และใช้ดูการสิ้นสุดของขบวนการกำซาบ
	– เครื่องปั๊มสูญญากาศ : ความเร็วในการปั๊มอากาศ 10 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง	– เครื่องปั๊มสูญญากาศ : ความเร็วในการปั๊มอากาศ 10 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง
	– ระบบวัดความดันในตู้สูญญากาศและการควบคุมมีทั้งแบบเข็มมาตรวัดและระบบตัวเลขพร้อมวาล์ว สามารถปรับตั้งระบบความดันได้ตามต้องการ และมีระบบตัดการทำงานของเครื่องปั๊มสูญญากาศแบบอัตโนมัติ เมื่อความดันในตู้ได้ระดับที่ตั้งไว้ เพื่อให้เครื่องใช้งานได้นาน	– ระบบวัดความดันในตู้สูญญากาศและการควบคุม มีระบบวัดความดันแบบ Bennert–Manometer ซึ่งเป็นหลอดแก้วมีปรอทอยู่ภายในพร้อมวาล์ว สำหรับปรับความดันไม่มีระบบตั้งความดันและหยุดการทำงานของเครื่องปั๊มสูญญากาศแบบอัตโนมัติ
	– ตู้เย็น –25 องศาเซลเซียส	– ตู้เย็น –25 องศาเซลเซียส
2. ราคาเครื่องมือ	280,000 บาท	396,500 บาท (19,825 มาร์ก*)
3. การจัดซื้อ	ทำได้ง่ายและรวดเร็วกว่า	มีขั้นตอนและใช้เวลานานกว่า เพราะต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ

หมายเหตุ *เป็นราคาที่ได้จากรายการสินค้าและราคาจาก BIODUR Products ฉบับเดือน มิถุนายน 1994 โดยคิดที่อัตรแลกเปลี่ยน 1 มาร์กเยอรมันนี ต่อ 20 บาท ทั้งนี้ยังไม่รวมภาษีนำเข้า ค่าขนส่งและค่ากำไรของบริษัทที่นำเข้า ในกรณีที่ต้องสั่งซื้อผ่านบริษัทตัวแทน

จะเห็นได้ว่าเทคนิคการเก็บรักษาอวัยวะไม่ให้เน่าโดยวิธีกำซาบด้วยสารพลาสติกมีข้อดีและประโยชน์มากกว่าการดองเนื้อเยื่อด้วยน้ำยาฟอร์มาลินมาก ถึงแม้มีขั้นตอนที่ยุ่งยากและราคาแพงกว่า แต่เมื่อเทียบกับตัวอย่างอวัยวะมนุษย์จริงที่ไม่สามารถประเมินราคาเป็นตัวเงินได้และลักษณะข้อดีของอวัยวะที่ได้เมื่อผ่านขบวนการดังกล่าว รวมทั้งประโยชน์ต่อการศึกษาทางการแพทย์ถือว่าคุ้มค่าในการทำ เชื่อว่าการเก็บรักษาอวัยวะไม่ให้เน่าด้วยวิธีนี้คงเข้ามามีบทบาทและแพร่หลายในประเทศไทยในอนาคตมากขึ้น และสามารถใช้เครื่องมือ Plastination unit ที่ผลิตขึ้นเองมาใช้ในขบวนการดังกล่าวโดยไม่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศซึ่งมีราคาแพง

เอกสารอ้างอิง

1. Bickley HC, Donner RS, Walker AN, Jackon RL : Preservation of tissue by silicone robber impregnation. J Int Soc Plastination 1(1) :30-39, 1993.
2. Henry RW, Nel PPC : Force impregnation for the standard S-10 method. J Int Soc Plastination 7(1) : 27-31, 1993.
3. Oostrom K : Plastination of the heart, J Int Soc Plastination 1(2) : 12-19, 1987.
4. Weber W : The 4th international conference on plastination. Iowa State University : March, 1988.
5. V. Hagens G, Tiedemann k, Kria W : The current potential of plastination. Anat Embryol 175(4) : 411-421, 1987.
6. V. Hagens G : Impragnation of soft biological speciemens with thermosetting resin and elastomer. Anat Rec 194 : 255, 1979.