

การเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำด้วยระบบสุญญากาศ

วิโรจน์ ไวนิชกิจ*

อัครมาสย์ สิริตันติกร* นวพรรณ จารุรักษ์*

Wiwanitkit V, Siritantikorn A, Charuruks N. Evacuated blood collection system. Chula Med J 1998 Jun; 42(6): 417-30

The evacuated blood collection system is a method of venipuncture used worldwide nowadays. Evacuated tubes, needles and holders are used together as a system for the collection of venous blood. On the basic principle of Fluid Mechanics, venipuncture can be easily done following the recommendations and universal precautions. Although the considerable advantage of the system is accepted, limitations are still evident. In order to advise and persuade readers to use this technique, the principles and methods of this system are reviewed.

Key words : *Evacuated blood collection system, Venipuncture.*

Reprint request : Wiwanitkit V, Department of Laboratory Medicine, Faculty of Medicine,
Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand.

Received for publication. April 15, 1998.

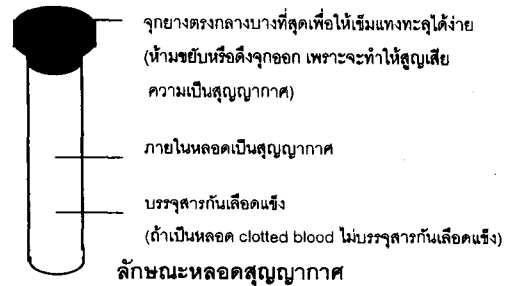
ปัจจุบันผู้ป่วยที่มาพบแพทย์ที่โรงพยาบาลจำนวนมาก มีความจำเป็นจะต้องได้รับการตรวจเลือดจากห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ การเจาะเลือด (blood drawing or blood collection) จึงเป็นกระบวนการที่สำคัญกระบวนการหนึ่ง เพื่อให้ได้มาซึ่งตัวอย่างเลือดเพื่อการตรวจเลือดในห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ การเจาะเลือดเพื่อการตรวจในห้องปฏิบัติการทางการแพทย์นั้นนิยมใช้วิธีการเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำ (venipuncture) การเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำเป็นวิธีการที่เริ่มทำกันมานานแล้วตั้งแต่สมัยก่อนคริสตกาล ตามความเชื่อของ Hippocrates (480–377 BC) ที่เชื่อว่าเลือดเป็นหนึ่งในสี่ของสารที่สำคัญในร่างกาย (ได้แก่ blood, phlegm, yellow bile และ black bile)⁽¹⁾ ทำให้ Hippocrates เชื่อว่าการถ่ายเลือดเข้าออกนั้นเป็นวิธีการรักษาสมดุลของเลือดและช่วยให้สารอื่นๆ อยู่ในดุลยภาพด้วย ในสมัยนั้นการถ่ายเลือดเข้าออกใช้วิธีการตัดเจาะเข้าสู่เส้นเลือดดำที่เรียกว่า “phlebotomy”

การตัดเจาะเข้าเส้นเลือดดำนั้นได้พัฒนามาเป็นลำดับจนปัจจุบันก็คือการเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำนั่นเอง ปัจจุบันการเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำนั้นมีประโยชน์ทั้งในด้านการชันสูตรโรคซึ่งกระทำกันในห้องปฏิบัติ การทางการแพทย์ทั่วไป และยังสามารถนำมาใช้เพื่อการรักษาโรค เช่น polycytemia vera⁽²⁾ เป็นต้น

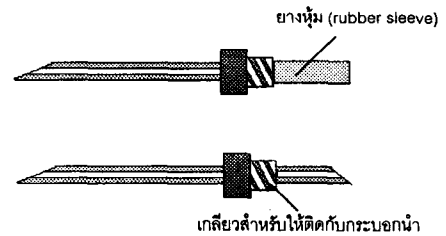
วิธีการเจาะเลือดจากเส้นเลือดที่เป็นที่นิยมในปัจจุบันมี 2 วิธี ได้แก่ การเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำด้วยวิธีใช้กระบอกดูดเลือด (syringe blood collection system) และการเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำด้วยระบบสุญญากาศ (evacuated blood collection system) การเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำด้วยระบบสุญญากาศนั้น จัดว่าเป็นวิธีใหม่และเป็นที่ยอมรับแพร่หลายไปทั่วโลก การเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำด้วยวิธีนี้ได้รับการพัฒนาขึ้น โดยอาศัยหลักการทางฟิสิกส์ในเรื่องกลศาสตร์การไหลของของเหลว (Fluid Mechanics)

ส่วนประกอบของเครื่องมือการเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำด้วยระบบสุญญากาศ⁽³⁻⁷⁾

เครื่องมือการเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำด้วยระบบสุญญากาศนั้นมีส่วนสำคัญอยู่ 3 ส่วน ได้แก่ ค้ำจับหรือกระบอกจับ (holder) เข็ม (needle) และหลอดเก็บตัวอย่างเลือดสุญญากาศ (evacuated tube) (รูปที่ 1)

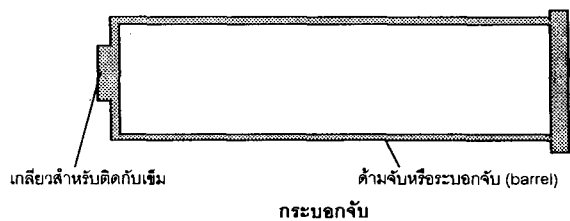


needle for use with multiple tubes



needle for use with single tube

เข็ม



รูปที่ 1. อุปกรณ์ที่ประกอบเป็นชุดเจาะเลือดในระบบสุญญากาศ ประกอบด้วย หลอดสุญญากาศ กระบอกจับ และ เข็ม

ค้ำจับหรือกระบอกจับทำด้วยพลาสติกเป็นเครื่องมือรูปทรงกระบอกคล้ายกระบอกฉีดยาที่ไม่มีก้านดึง ปลายด้านหนึ่งเปิด ปลายอีกด้านมีลักษณะเป็นเกลียวไว้ขันต่อกับเข็มสำหรับเจาะเส้นเลือด

เข็มเจาะเส้นเลือดที่ปลอดจากเชื้อเป็นเข็มที่ใช้สำหรับการเจาะเส้นเลือดครั้งเดียวแล้วทิ้ง (disposable

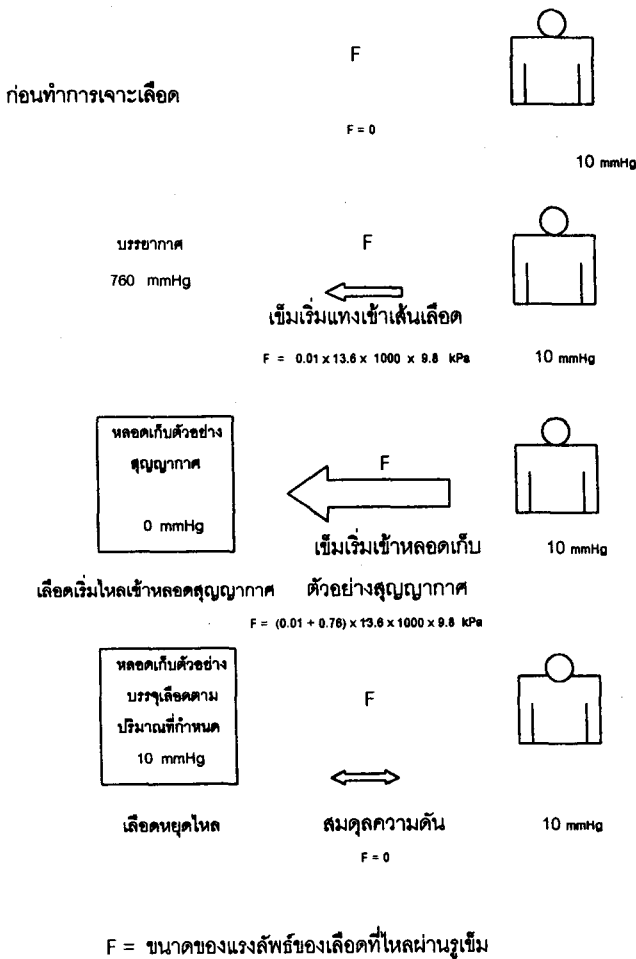
needle) มีลักษณะพิเศษที่ต่างจากเข็มเจาะเส้นเลือดโดยทั่วไปคือเข็มมี 2 ปลาย ทำจากโลหะปราศจากสนิม เคลือบซิลิโคน มีฝาพลาสติกครอบกันคมปิดอยู่ทั้ง 2 ปลาย ปลายข้างหนึ่งของเข็มใช้สำหรับการเจาะเข้าสู่เส้นเลือดดำปลายข้างนี้จะมีปากเข็มที่คมมากสำหรับแทงผ่านผิวหนังเข้าสู่เส้นเลือดดำ ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งใช้สำหรับแทงเจาะเข้าสู่หลอดสุญญากาศ ปลายทั้งสองของเข็มเชื่อมต่อกันด้วยกันโดยส่วนที่เรียกว่า hub ซึ่งมีลักษณะเป็นเกลียวไว้สำหรับขันเข้ากับค้ำฉีดยาหรือกระบอกฉีดยา เข็มนี้มีการผลิตมาใน 2 รูปแบบ แบบแรกเป็นเข็มแบบที่ปลายสำหรับแทงเจาะเข้าสู่หลอดสุญญากาศมียางหุ้ม เพื่อป้องกันการรั่วซึมของเลือดขณะทำการเจาะเลือดจากเส้นเลือด ในขณะที่เปลี่ยนหลอดสุญญากาศ เข็มแบบนี้เป็นเข็มที่ได้รับการออกแบบมาสำหรับการเจาะครั้งเดียวแต่เก็บเลือดได้หลายหลอด สำหรับเข็มแบบที่สองเป็นเข็มที่ปลายสำหรับแทงเจาะเข้าสู่หลอดสุญญากาศไม่มียางหุ้ม เข็มแบบนี้จึงใช้ได้ในการเจาะครั้งเดียวและเก็บเลือดหลอดเดียว โดยทั่วไปนิยมใช้เข็มขนาดเบอร์ 20-gauge สำหรับผู้ป่วยที่เจาะยากที่มีเส้นเลือดเล็กแตกง่ายหรือผู้ป่วยเด็ก มีการผลิตเข็มที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดเล็กถึง คือ เบอร์ 21-gauge และ 22-gauge ไว้โดยเฉพาะ

หลอดเก็บตัวอย่างเลือดเป็นหลอดที่โดยมากทำด้วยแก้วเคลือบภายในด้วยสารจำพวก sodalime หรือ borosilicate และเติมสารพวก silicone เพื่อลดอัตราการแตกตัวของเม็ดเลือดแดงและป้องกันการเกาะติดผนังหลอดของเลือด หลอดบรรจุเลือดทั่วไปจะไม่มีการเติมสารกันเลือดแข็งเพื่อเก็บ clotted blood ในปัจจุบันมีการเติม additive เพื่อให้ serum แยกจากส่วน clotted blood ได้เร็วขึ้น ส่วนหลอดบรรจุเลือดที่ต้องการ plasma หรือเพื่อการตรวจทางโลหิตวิทยา จะมีเติมสารกันเลือดแข็งชนิดต่างๆ ตามต้องการหรือตามที่กำหนด ในปัจจุบันยังมีการผลิตหลอดที่ทำจากพลาสติกเนื้อพิเศษด้วย หลอดสุญญากาศเหล่านี้จะผ่านขบวนการทำให้เป็นสุญญากาศและขบวนการทำให้ปลอดเชื้อด้วยการอบรังสี หลอดสุญญากาศเหล่านี้มีการผลิตออกมาในหลายขนาดตั้งแต่ขนาด 2 ถึง 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร แต่ขนาดที่นิยมใช้กันบ่อยคือขนาด 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร หลอดสุญญากาศทุกหลอดจะถูกผนึกด้วยจุกพลาสติก (stopper) ช่วยในการรักษาสภาพสุญญากาศ จุกที่ใช้กับหลอดสุญญากาศจะมีลักษณะพิเศษเพื่อให้เข็มสามารถทะลุผ่านได้ และนอกจากนี้จุกยังมีสีต่างๆ ตามสารกันเลือดแข็งที่บรรจุอยู่ เพื่อให้การเลือกใช้หลอดดังกล่าวมีความสะดวกสำหรับผู้ใช้ สีดังกล่าวนี้ในปัจจุบันได้รับการยอมรับให้ใช้เป็นสากล^(3, 8) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1. แสดงสิ่งส่งตรวจและสารกันเลือดแข็ง/อื่น ๆ ^(3,8)

สีของจุกหลอด	ชนิดของสารกันเลือดแข็ง/อื่น ๆ	ชนิดของสิ่งส่งตรวจ	การตรวจทางห้องปฏิบัติการที่ใช้
แดง (red)	ไม่มี	Serum	Immunology Chemistry
ม่วง (lavender)	EDTA	Plasma	Hematology
เทา (gray)	Fluoride	Plasma	Glucose
ฟ้า (blue)	Citrate	Plasma	Coagulation Study
เขียว (green)	Heparin	Plasma	Lead
ส้ม (orange)	Thrombin	Serum	Chemistry

หลักการของการเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำด้วยระบบสุญญากาศ (รูปที่ 2)



รูปที่ 2. แสดงหลักการการเจาะเลือดด้วยระบบสุญญากาศ⁽⁹⁻¹¹⁾

เนื่องจากเลือดเป็นของเหลวชนิดหนึ่ง ดังนั้นปรากฏการณ์การไหลของเลือดสามารถอธิบายได้ด้วยหลักการของกลศาสตร์การไหลของของไหล⁽⁹⁻¹⁰⁾ ในร่างกายมนุษย์จะมีเลือดไหลเวียนเป็นวงจร โดยมีหัวใจทำหน้าที่เป็นเครื่องส่งความดัน (pressure pump) และมีเส้นเลือดทำหน้าที่เป็นท่อ (pipe)

ณ ระดับน้ำทะเล (sea level) และอุณหภูมิห้อง (room temperature) พบว่า ความดันของเลือดในเส้นเลือด

ดำ (venous blood pressure) มีค่าประมาณ 10 มิลลิเมตรปรอท⁽¹¹⁾ ความดันบรรยากาศ (atmospheric pressure) มีค่าเท่ากับ 760 มิลลิเมตรปรอท และความดันในสภาวะสุญญากาศ (vacuum pressure) มีค่าเท่ากับ 0 มิลลิเมตรปรอท

เมื่อใช้เข็มเจาะเข้าเส้นเลือดดำ จะทำให้มีการเชื่อมต่ออวัยวะระหว่างเลือดในเส้นเลือดดำกับความดันของบรรยากาศ ทำให้เลือดสามารถไหลผ่านออกมาทางรูเข็มได้ด้วยแรงลัพธ์ (total force) ขนาดเท่ากับ ความดันของเลือดในเส้นเลือดดำ x พื้นที่หน้าตัดของรูเข็ม แต่เมื่อค้นหาค่าที่สมดุลของแรงลัพธ์จะเกิดสุญญากาศจนปลายเข็มแทงทะลุผ่านเข้าไปภายในหลอดเลือด จะทำให้มีการเชื่อมต่ออวัยวะระหว่างเลือดในเส้นเลือดดำกับสภาวะสุญญากาศในหลอดเก็บตัวอย่างเลือด ทำให้เลือดไหลผ่านรูเข็มออกมาด้วยขนาดของแรงลัพธ์เท่ากับ (ความดันของเลือดในเส้นเลือดดำ + ความดันบรรยากาศ) x พื้นที่หน้าตัดของรูเข็ม ซึ่งพบว่าสูงกว่าเดิมประมาณ 80 เท่า จึงทำให้เลือดสามารถไหลเข้าหลอดได้อย่างรวดเร็ว และเมื่อเลือดไหลเข้าหลอดจนถึงปริมาณหนึ่งจะพบว่าเลือดจะหยุดไหล ณ จุดนั้น ขนาดของแรงลัพธ์ที่รูเข็มเท่ากับ 0 เรียกว่า จุดสมดุล (equilibrium) ของความดัน

การเตรียมการสำหรับการเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำด้วยระบบสุญญากาศ

1. การเตรียมอุปกรณ์

นอกจากอุปกรณ์สำหรับการเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำด้วยระบบสุญญากาศ (ได้แก่ คัมจับหรือกระบอกจับ เข็ม และหลอดเก็บตัวอย่างเลือด) แล้วยังมีเครื่องมืออื่นที่จำเป็นอีก ได้แก่ สายรัด (tourniquet) อัดกออก 70 % ลำไส้สะอาด

สายรัดนั้นจะใช้ชนิดใดชนิดหนึ่งก็ได้ (Velcro-type, Seraket type หรือ rubber tubing type) การใช้สายรัดนั้นต้องรัดแค่พอกันทางเดินของเส้นเลือดดำ ไม่ใช่รัดแน่นจนกันทางเดินของเส้นเลือดแดง ในการตรวจทางห้องปฏิบัติการบางอย่าง การรัดนานเกินไปทำให้ผลผิดพลาดโดยทั่วไปกำหนดให้รัดได้ไม่เกิน 2 นาที

ตำลีส่นหนึ่งใช้ซูปอัลกอฮอล์ 70 % ใช้ทาฆ่าเชื้อก่อนการเจาะเลือด แต่ถ้าเป็นกรณีที่ต้องการเก็บสิ่งส่งตรวจที่ปราศจากเชื้อ เช่น การเพาะเชื้อจากเลือด ให้ใช้สำลีซูปทิงเจอร์ไอโอดีนทำความสะอาดแทน (ถ้าเป็นสิ่งส่งตรวจที่ใช้เพื่อตรวจระดับอัลกอฮอล์ ห้ามใช้สำลีซูปแอลกอฮอล์ทำความสะอาด) ตำลีแห้งใช้สำหรับคกรบริเวณใกล้กับตำแหน่งที่เจาะเลือด เพื่อให้เลือดหยุดเมื่อเลือดหยุดแล้วอาจใช้ผ้าพัน หรือพลาสติกเอร์ปีครัดเอาไว้ก็ได้

นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์อื่น ๆ ที่อาจนำมาใช้ประกอบเพื่อช่วยในการเจาะเลือดโดยเฉพาะอย่างยิ่งในรายที่เจาะยาก เช่น Leur adapter ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เป็นข้อต่อระหว่างค้ำจับพลาสติกกับเข็มของชุดให้น้ำเกลือ (infusion set) หรือ คอกับ butterfly set ก็ได้

นอกจากนี้การเจาะเลือดที่ถูกวิธีนั้นผู้เจาะจะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ความชำนาญตามกฎหมาย ได้แก่ แพทย์ นักเทคนิคการแพทย์ พยาบาลหรือนุคลากรทางการแพทย์ที่เจาะเลือดภายใต้การควบคุมดูแลของแพทย์ และจะต้องคำนึงและระวังความปลอดภัยตามหลักการสากล (universal

precaution)⁽¹²⁾ ได้แก่ การสวมถุงมือ แวนตา เสื้อคลุม การใช้ที่ปักเข็ม อุปกรณ์ในการปลดทำลายเข็ม (disposable box) เพื่อใช้ป้องกันอันตรายอันอาจเกิดจากสิ่งติดเชื้อซึ่งเกิดจากเลือดที่กระเด็นจากการเจาะเลือดได้ รวมทั้งการถูกเข็มที่มิด้า

2. การเตรียมผู้เจาะเลือด

ผู้ทำหน้าที่เจาะเลือด⁽¹³⁾ จะต้องเป็น แพทย์ นักเทคนิคการแพทย์ พยาบาลหรือนุคลากรทางการแพทย์ที่เจาะเลือดภายใต้การควบคุมดูแลของแพทย์ และจะต้องคำนึงและระวังความปลอดภัยตามหลักการสากลที่ได้กล่าวไว้แล้ว

3. การเตรียมผู้ถูกเจาะเลือด

การตรวจทางห้องปฏิบัติการบางอย่าง ผู้ที่จะมารับการเจาะเลือดต้องได้รับการเตรียมตัวแบบพิเศษ เช่น การงดอาหารในช่วงเวลาที่กำหนด (fasting)^(3,5,14) (ตารางที่ 2) การกำหนดระยะเวลาที่แน่นอนในการเจาะเลือด เพื่อลดความผิดพลาดของผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการที่เกิดจากความแปรผันต่างๆ^(3,14-16) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2. แสดงการส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการที่ต้องเตรียมตัวโดยการงดอาหาร^(3,5,14)

การส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการ	ชนิดของสิ่งส่งตรวจ	ปริมาณของสิ่งส่งตรวจ (milliliter)	ค่าปกติ (mg/100 ml)
1. Bilirubin	serum	2	Up to 0.4 (direct) Up to 0.7 (indirect)
2. Calcium	serum	1	8.5 - 10.5 (total) 4.2 - 5.2 (ionized)
3. Carotenoids	serum	2	50 - 300
4. Glucose	blood	0.1 - 1	80 - 120
	serum	0.1 - 1	70 - 110
5. Phosphorus	serum	1	4 - 7
6. Triglycerides	serum	1	< 165

ตารางที่ 3. แสดงตัวอย่างของความแปรผันที่มีผลต่อผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ^(3,14-16)

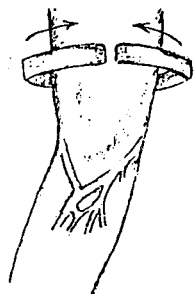
สาเหตุของความแปรผัน	ตัวอย่างการตรวจทางห้องปฏิบัติการ
1. ความแปรผันทางชีวภาพ ในช่วงเวลาแต่ละวัน (biological diurnal variation)	Corticosteroid, Serum iron, Glucose, Thyroxine
2. สารที่รับจากภายนอก (external source)	Glucose, Cholesterol, Triglycerides
3. เกล็ดขงเภสัชศาสตร์ของยาที่ได้รับ (pharmacokinetics of drug)	Salicylic, Digoxin, Tricyclic anti-depressant, PT

หัตถการการเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำด้วยระบบสุญญากาศ^(5-7, 17)

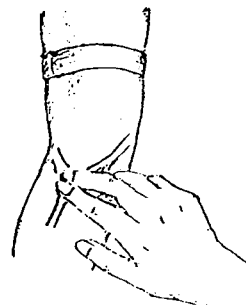
ขั้นตอนในการเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำด้วยระบบสุญญากาศมีดังต่อไปนี้ (รูปที่ 3)

1. ผู้ทำหัตถการต้องตรวจสอบว่าชื่อ และนามสกุลตรงกับใบร้องขอการตรวจทางห้องปฏิบัติการ
2. ผู้ที่มารับการเจาะเลือดบางกลุ่ม จำเป็นต้องจัดสถานที่เจาะเลือดเป็นห้องแยกพิเศษ เช่น ในกรณีผู้ป่วยที่ได้รับยากดภูมิคุ้มกันหรือผู้ป่วยที่อยู่ในระยะแพร่เชื้อของโรคติดต่อร้ายแรง
3. อธิบายขั้นตอนให้ทราบและให้คำปรึกษาให้คลายความกังวล ถ้าผู้มารับบริการอยู่ในภาวะรู้สติสัมปชัญญะ ต้องได้รับความยินยอมจากผู้มารับบริการเองก่อนทำหัตถการ⁽¹⁸⁾
4. จัดทำผู้มารับบริการโดยทั่วไปผู้มารับการเจาะเลือดควรจะต้องอยู่ในท่านอนหรือท่านั่งในทางปฏิบัตินั้นเพื่อความสะดวกนิยมให้ผู้รับการเจาะเลือดนั่งบนเก้าอี้ที่มีพนักพิงเพื่อป้องกันการล้มจากการเป็นลมในขณะที่ทำหัตถการ จัดทำให้แขนอยู่ต่ำกว่าระดับไหล่ แขนเหยียดตรง อาจใช้ หมอนใบเล็กหนุน ช่วยในการจัดท่า แข็งให้ผู้มารับการเจาะเลือดอยู่ในท่านี้อดการทำให้หัตถการ
5. ทำการเลือกหลอดเลือดสุญญากาศตามหลักการเลือกหลอดเลือดสุญญากาศที่ได้กล่าวมาแล้วเขียนชื่อนามสกุล รหัสผู้มารับบริการลงบนหลอดให้

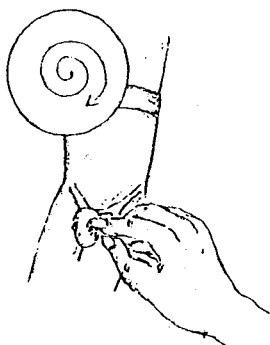
- ชัดเจนตรวจสอบอีกครั้งว่าตรงกับผู้มารับบริการ
6. ประกอบชุดอุปกรณ์สำหรับการเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำด้วยระบบสุญญากาศ เปิดฝาครอบกันคมของเข็มด้านที่ใช้แทงเจาะเข้าสู่หลอดเลือดสุญญากาศ แล้วขันเกลียวของเข็มต่อเข้ากับค้ำจับพลาสติก เปิดฝาครอบกันคมของเข็มด้านสำหรับเจาะเข้าสู่เส้นเลือดดำวางอุปกรณ์ลงบนที่ปักเข็ม บางกรณีอาจต้องใช้ค้ำจับที่ผ่านการทำให้ปลอดเชื้อแล้ว
 7. เลือกบริเวณที่จะทำหัตถการซึ่งสามารถเลือกได้หลายบริเวณ⁽¹⁹⁻²⁰⁾ (ตารางที่ 4) แต่โดยทั่วไปนิยมเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำ median cubital ที่บริเวณข้อพับของข้อศอก (antecubital fossa) โดยใช้สายรัดรัดเหนือบริเวณนั้นประมาณ 7.5 - 10 เซนติเมตร หรือ 4 - 6 นิ้ว แข็งให้ผู้ป่วยกำมือไว้
 8. ทำความสะอาดผิวหนังบริเวณนั้น ห้ามใช้มือสัมผัสบริเวณนั้นหลังจากทำความสะอาดแล้ว
 9. ใช้มือข้างหนึ่งครึ่งนิ้วหนึ่งไว้ มืออีกข้างจับค้ำจับที่ติดเข็มแล้วทำการแทงเข็มลงไป โดยหันปลายปากของเข็มขึ้น ให้เข็มทำมุมกับผิวหนังประมาณ 15 - 30 องศา แทงเข็มให้ผ่านผิวหนังลงไปที่เส้นเลือด
 10. ใช้มือข้างหนึ่งหยิบหลอดสุญญากาศที่เตรียมเอาไว้แล้วดันเข้าทางปลายเปิดของค้ำจับ จัดตำแหน่งให้อยู่ตรงกลาง ดันจนปลายเข็มด้านที่ใช้แทงเจาะเข้าสู่หลอดเลือด เพื่อมิให้เกิดการเอียงข้าง



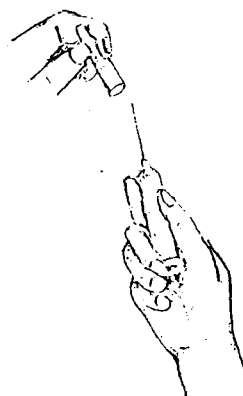
ก. รัดสายยางเหนือบริเวณที่จะเจาะ 4-6 นิ้ว



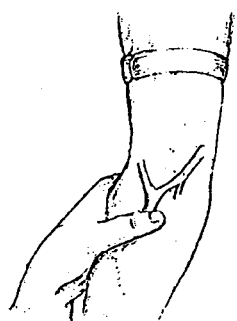
ข. เลือกเส้นเลือดที่จะเจาะ



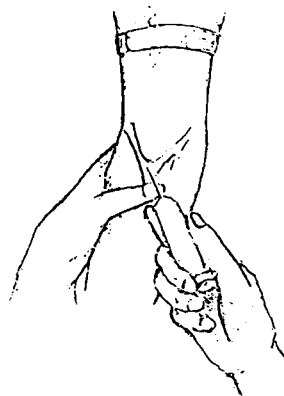
ค. ทำความสะอาดด้วยแอลกอฮอล์
(เช็ดแอลกอฮอล์วนออกตามลูกศร)



ง. เตรียมอุปกรณ์ให้พร้อม

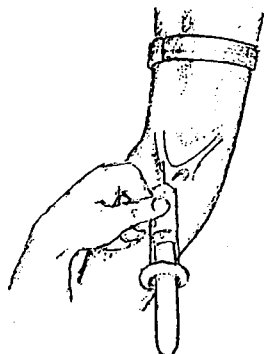


จ. ครึ่งเส้นเลือดที่เลือกไว้ไม่ให้พลิก

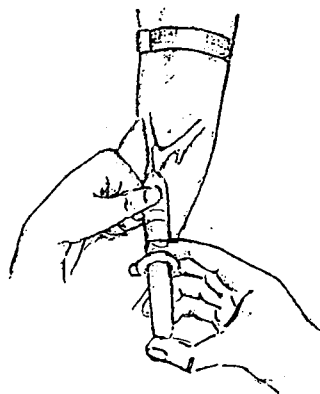


ฉ. แวางเข็มผ่านผิวหนัง

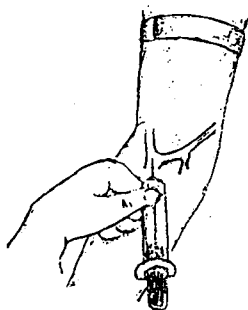
รูปที่ 3. ขั้นตอนการเจาะเลือดโดยระบบสุญญากาศ



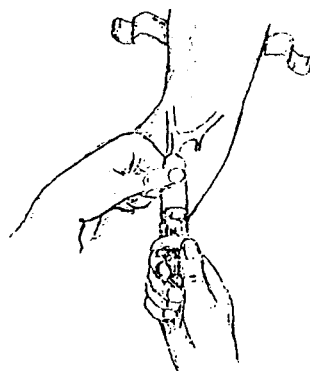
ข. ใส่หลอดเก็บเลือดสุญญากาศเข้าไปใน holder



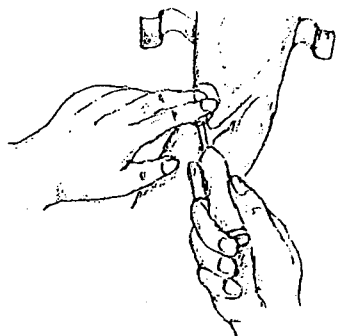
ค. ดันหลอดให้ทะลุผ่านคมเข็มที่อยู่ใน holder



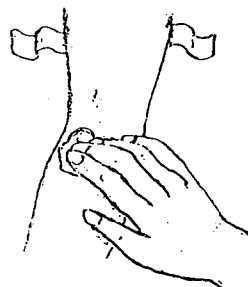
ฅ. เลือดไหลจากเส้นเลือดสู่หลอดเก็บเลือด



ฉ. เมื่อได้เลือดตามต้องการแล้ว ให้ปลดสายขางรัด แขน และถอดหลอดเก็บเลือดจาก holder



จ. ถอนเข็มออกจากผิวหนัง



รูปที่ 3. ขั้นตอนการเจาะเลือดโดยระบบสุญญากาศ

ตารางที่ 4. แสดงบริเวณที่สามารถทำการเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำได้^(19,20)

บริเวณที่สามารถทำการเจาะเลือด	รายละเอียด
1. ข้อพับของข้อศอก	
1.1 median cubital vein	• เป็นเส้นเลือดดำที่ใหญ่อยู่ตื้นเห็นหรือคลำได้ชัดเจนที่สุด กลางบริเวณข้อศอกด้านใน ถูกยึดแน่นด้วยโครงสร้างรอบ ๆ ทำให้ไม่เคลื่อนไปมาขณะทำการเจาะเลือด
1.2 cephalic vein	• เป็นเส้นเลือดดำขนาดใหญ่แต่ถูกยึดด้วยโครงสร้างรอบ ๆ เพียงหลวม ๆ
1.3 basilic vein	• เป็นเส้นเลือดดำขนาดเล็กแต่มีโครงสร้างยึดแน่น
2. ข้อมือและหลังมือ	• เป็นเส้นเลือดดำขนาดเล็ก ทำการตรึงเส้นเลือดได้ยากขณะทำ การเจาะเลือด
3. ข้อเท้าและหลังเท้า	• เป็นเส้นเลือดดำที่เจาะยาก ไม่ควรเจาะในผู้ป่วยเบาหวาน และผู้ป่วยที่มีปัญหาด้านระบบการไหลเวียนโลหิต
4. ขาหนีบ	• ควรเจาะโดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ
5. ซอกคอ	• ควรเจาะโดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ

และเสียดสภาพสุญญากาศ

11. เลือดจะเริ่มไหลเข้าสู่หลอดบรรจุเลือด ครึ่งคัมจับไว้ให้แน่นอย่าให้เลื่อน ให้สังเกตว่าแขนอยู่ในลักษณะเอียงลาดลง ส่วนหลอดบรรจุเลือดอยู่ในลักษณะเอียงลาดตาม โดยมีส่วนของฝาจุกชี้ขึ้นระวังอย่าให้เลือดที่เข้าไปในหลอดแล้วสัมผัสกับฝาจุกหลอดหรือปลายเข็ม
12. เมื่อเลือดหยุดไหลจนได้ระดับและหยุดไหลเข้าสู่หลอดแล้ว ให้ดึงหลอดออกได้ โดยครึ่งคัมจับไว้ให้แน่น ในกรณีที่ใช้เข็มแบบสามารถเก็บสิ่งส่งตรวจได้ หลายหลอดด้วยการเจาะครั้งเดียวก็สามารถเก็บสิ่งส่งตรวจหลอดต่อไปได้ด้วยวิธีการแบบเดิมโดยไม่ต้องนำเข็มออก โดยให้ยึดลำดับการใช้หลอดเก็บตัวอย่างเลือดสุญญากาศตามวิธีที่แนะนำ (ตารางที่ 5)
13. แต่ละหลอดที่เก็บสิ่งส่งตรวจได้แล้ว ถ้าเป็นหลอดที่ใส่สารกันเลือดแข็งต้องทำการผสมโดยการ

ตารางที่ 5. แสดงลำดับการใช้หลอดเก็บตัวอย่างเลือดสุญญากาศ⁽⁵⁾

ลำดับที่	ชนิดของหลอดเก็บตัวอย่างเลือดสุญญากาศ
1	หลอดเก็บสิ่งส่งตรวจที่ปราศจากเชื้อ
2	หลอดที่ไม่ใส่สารกันเลือดแข็ง
3	หลอดที่ใส่สารกันเลือดแข็ง citrate
4	หลอดที่ใส่สารกันเลือดแข็ง heparin
5	หลอดที่ใส่สารกันเลือดแข็ง EDTA
6	หลอดที่ใส่สารกันเลือดแข็ง fluoride

พลิกหลอดขึ้นลง (inversion mixing) เพื่อให้เลือดผสมได้ทั่วถึงกัน ทำประมาณ 5 – 10 ครั้ง แต่ห้ามเขย่าแรงๆ เพราะจะเกิดฟองและมีการแตกของเม็ดเลือดแดงเกิดขึ้น ถ้าขาดขั้นตอนนี้ไปผลที่ได้จากการตรวจทางห้องปฏิบัติการอาจผิดพลาดไปได้ ในบางแห่งอาจใช้เครื่องช่วยผสมเลือด (mixer) ช่วยในการผสมก็ได้

14. ทันทิที่ที่ได้สิ่งส่งตรวจสำหรับหลอดสุดท้ายเรียบร้อยแล้ว แจ้งให้ผู้มารับบริการคลายมือออกปลดสายรัดทันทิพร้อมกับแจ้งให้ผู้มารับบริการอยู่นิ่งๆ นำเข็มออกจากผิวหนังอย่างระมัดระวังใช้สำลีแห้งปลอดจากเชื้อกดให้แน่นเพื่อให้เลือดหยุดประมาณ 3-5 นาที เมื่อเลือดหยุดแล้วอาจใช้ผ้ารัด หรือพลาสติกปิดบริเวณนั้นไว้ก็ได้ สำหรับห้ามจับบิดเข้มนั้นให้ทำการปลดเข็มออกด้วยอุปกรณ์ในการปลดและทำลายเข็มทิ้งเข็มในภาชนะที่เตรียมไว้เฉพาะ ข้อสำคัญห้ามทำการสวมปลอกเข็มคืนเป็นอันขาด จากการศึกษากของ Jagger และ คณะ⁽²¹⁾ พบว่าการได้รับบาดเจ็บจากเข็มตำพบว่าสาเหตุส่วนใหญ่ เกิดจากการสวมปลอกเข็มคืน
15. ให้ สังเกตดู กหลอดสุ ญญาภาสและห้ามจับว่ามีกรปนเปื้อนจากสิ่งส่งตรวจหรือไม่ ถ้ามีต้องหลีกเลี่ยงการสัมผัสด้วยมือเปล่า สำหรับห้ามจับที่ปนเปื้อนด้วยเลือดนั้นต้องส่งทำความสะอาดฆ่าเชื้อหรือทิ้งไป
16. หลังจากได้สิ่งส่งตรวจครบแล้ว ควรรีบดำเนินการส่งต่อสิ่งส่งตรวจไปยังห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ เพื่อตรวจวิเคราะห์โดยเร็ว การเสียเวลาในขั้นตอนนี้ นอกจากจะทำให้ผลการตรวจวิเคราะห์บางอย่างทางห้องปฏิบัติการผิดพลาดได้แล้ว ยังทำให้ผู้มารับบริการเสียเวลารอนานโดยไม่จำเป็นอีกด้วย

ข้อแนะนำและข้อสังเกตบางประการเกี่ยวกับการเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำด้วยระบบสุญญาภาส⁽⁵⁻⁷⁾

1. มือที่จับห้ามจับต้องครึ่งให้แน่นอยู่กับที่เสมอถ้ามีการขยับเขยื้อนอาจทำให้เข็มหลุดจากเส้นเลือดของผู้ป่วย จนอาจหลุดออกมาจากผิวหนังผู้มารับบริการเลยก็ได้ ส่งผลให้มีเลือดออกใต้ผิวหนัง (hematoma) ทำให้ผู้รับการเจาะเจ็บปวดได้
2. ขณะคั้นหลอดสุ ญญาภาสเข้าที่จับหลอดควรให้

หลอดด้านที่เขียน ชื่อ นามสกุล หันลงด้านล่าง เพื่อจะได้ สังเกตว่าเลือดเข้าหลอดสุญญาภาสได้หรือไม่

3. เลือดอาจจะมีการรั่วซึมปนเปื้อนออกมาได้ทุกขั้นตอน ดังนั้นควรคำนึงถึงและปฏิบัติตามข้อพึงระวังตามหลักการสากล เช่น การสวมถุงมือทุกครั้งที่จะเจาะเลือด
4. เข็มชนิดเจาะครั้งเดียวเก็บสิ่งส่งตรวจได้หลอดเดียว ห้ามนำมาใช้เก็บสิ่งส่งตรวจหลายหลอดแม้ว่าจะเลือดสามารถเข้ามาสู่หลอดต่อไปที่ใช้ได้ แต่จะมีการรั่วหยดของเลือดเกิดขึ้นขณะเปลี่ยนหลอดสุญญาภาส
5. ห้ามนำหลอดออกก่อนที่จะได้สิ่งส่งตรวจครบตามที่กำหนด เพราะจะทำให้หลอดสูญเสียวความเป็นสุญญาภาส และทำให้ผู้รับการเจาะเจ็บปวดได้
6. เลือดที่เก็บเรียบร้อยแล้วในหลอดหนึ่งห้ามทำการถ่ายสู่หลอดอื่น
7. ให้ ปฏิบัติดังคำแนะนำต่อไปนี้เพื่อกันภาวะการไหลย้อนกลับของเลือดในหลอดที่ใส่สารกันเลือดแข็ง ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้มารับบริการเจาะเลือดได้ ให้จัดแขนของผู้รับการอยู่ในระดับลาดเอียงลงและจัดหลอดสุญญาภาสให้ลาดเอียงตาม โดยมี ส่วนปลาย กอยู่สูงกว่า ส่วนปลายของหลอดบรรจุเลือด ทันทิที่เห็นเลือดไหลเข้าสู่หลอดสุญญาภาสครบตามต้องการ และพร้อมจะยุติการเจาะเลือดให้ปลดที่รัดแขนทันทิ
8. ถ้าไม่มีเลือดไหลเข้าสู่หลอดบรรจุเลือดแล้วหรือเลือดหยุดก่อนจะถึงระดับที่กำหนดไว้ ควรพิจารณา ดังต่อไปนี้
 - พิจารณาว่าเข็มยังอยู่ในตำแหน่งไม่เลื่อนหลุด หากใช้เข็มแบบเจาะครั้งเดียวเก็บสิ่งส่งตรวจได้หลายหลอด ก็ให้เอาหลอดที่เกิดปัญหาออกแล้วใช้หลอดใหม่แทน ถ้าเปลี่ยนหลอดแล้ว ยังไม่มีเลือดเข้ามาอีก ให้ยุติโดยเอาหลอดออก

แล้วถอนเข็มออกจากผิวหนัง แล้วเริ่มหัตถการใหม่ตั้งแต่ต้น

- พึงสังเกตด้วยว่าหลอดที่ใช้แน่นหมด อายุ มีรอยร้าวชำรุด ผ่านการใช้มาแล้ว หรือมีการเปิดออกมาแล้วหรือไม่ เพราะในภาวะดังกล่าวหลอดจะเสียความเป็นสุญญากาศไม่สามารถใช้งานได้ต่อไป
9. สังเกตภาวะของผู้รับบริการขณะทำหัตถการด้วย ผู้รับบริการบางรายอาจเป็นลม ต้องยุติการทำหัตถการโดยทันที และให้ผู้รับบริการนอนราบลง แล้วทำการปฐมพยาบาล⁽²²⁾

10. ข้อควรระวังบางประการที่ควรทราบ

- ไม่ควรใช้หลอดสุญญากาศหรือเข็มที่มีสิ่งแปลกปลอมปนเปื้อนอยู่
- เข็มที่ยังไม่ได้ใช้นั้น สลากตรงข้อเกลียวต้องอยู่ในสภาพเรียบร้อยไม่มีฉีกขาด หากพบว่าฉีกขาดห้ามใช้เข็มนั้นเป็นอันตราย
- ปริมาณเลือดที่เก็บต้องได้ปริมาณที่เหมาะสม มิฉะนั้นจะส่งผลให้ผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการผิดพลาดได้
- หลอดสุญญากาศที่ทำจากแก้วนั้นแตกได้ ไม่ควรเก็บไว้ในที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศา

ประโยชน์และข้อจำกัดของการเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำด้วยระบบสุญญากาศ^(5-7, 23) (ตารางที่ 6)

ประโยชน์

- เป็นระบบที่สะดวกใช้งานง่าย
- ลดความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุเข็มที่มุดจากการปลดหัวเข็มขณะถ่ายเลือดลงสู่หลอดบรรจุเลือดลงเนื่องจากมีเข็มแบบเจาะครั้งเดียวเก็บสิ่งส่งตรวจได้หลายหลอด
- มีหลอดสุญญากาศให้เลือกได้หลายแบบหลายขนาด
- ไม่ต้องกังวลกับปริมาณเลือดที่จะต้องดูด

เหมือนวิธีเดิมที่ใช้กระบอกดูดเลือด เลือดจะไหลลงสู่หลอดเก็บตัวอย่างเลือดโดยตรง และปริมาณจะเป็นไปตามที่กำหนดไว้แล้ว เช่น 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร เป็นต้น

- การเจาะเลือดเพียงครั้งเดียวสามารถเก็บสิ่งส่งตรวจได้หลายหลอด
- ที่จับหลอดเพียงอันเดียวสามารถใช้ได้หลายครั้งเมื่อคิดต้นทุนออกมาแล้วจึงประหยัดกว่าการใช้กระบอกดูดแบบใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง (ตารางที่ 7)

ข้อจำกัด

- เป็นระบบที่ใช้ได้แต่ในร่างกายของสิ่งมีชีวิต ดังนั้นไม่สามารถใช้ดูดเลือดที่เจาะออกมาไว้ภายนอกแล้ว
- เนื่องจากเป็นระบบสุญญากาศ จึงมีความแปรผันจากภาวะอุณหภูมิ ความดันบรรยากาศและความดันเลือด
- เทคนิคบางประการสำคัญมาก เช่น ลำดับขั้นการใช้หลอดเก็บตัวอย่างเลือดสุญญากาศ หากละเลยจะส่งผลให้ผลการตรวจผิดพลาดไป
- ในผู้ที่มีเส้นเลือดเปราะแตกง่าย และผู้ป่วยเด็ก การใช้ระบบสุญญากาศอาจทำให้เส้นเลือดแฟบไม่สามารถเจาะเลือดได้

สรุป

การเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำด้วยระบบสุญญากาศ เป็นวิธีการเจาะเลือดแบบใหม่ที่สะดวกรวดเร็วและง่ายต่อการฝึกหัดปฏิบัติด้วยชุดอุปกรณ์ที่ได้รับการพัฒนาทำให้การเจาะเลือดเพียงครั้งเดียว สามารถเก็บสิ่งส่งตรวจได้หลายหลอดและยังให้ความปลอดภัยแก่ผู้ทำหัตถการอีกด้วย นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เจาะคลายความกังวลกับการหากระบอกดูดเลือดให้ เพียงพอกับปริมาณที่ต้องการเจาะ เนื่องจากเลือดจะไหลลงสู่หลอดเก็บตัวอย่างเลือดโดยตรง และผสมกับสารกันเลือดแข็งได้โดยทันที โดยไม่ต้องไป

ตารางที่ 6. แสดงข้อเปรียบเทียบระหว่างการเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำด้วยวิธีใช้กระบอกดูดเลือด และการเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำด้วยระบบสุญญากาศ

ข้อพิจารณา	การเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำด้วยวิธีใช้กระบอกดูดเลือด	การเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำด้วยระบบสุญญากาศ
อุปกรณ์ในการเจาะเลือด	<ul style="list-style-type: none"> - เข็มมีปลายเดียว - กระบอกดูดเลือดใช้ได้ครั้งเดียว 	<ul style="list-style-type: none"> - เข็มมี 2 ปลาย - กระบอกจับใช้ได้หลายครั้ง
หลักการ	<ul style="list-style-type: none"> - หลอดเก็บตัวอย่างเลือดสำหรับเดิมเลือด - ใช้การดูดเลือดเข้าสู่กระบอกดูด แล้วดันเลือดใส่ในหลอดเก็บตัวอย่างเลือด 	<ul style="list-style-type: none"> - หลอดเก็บตัวอย่างเลือด สุญญากาศ - ใช้ความดันของเลือดในหลอดเลือดดำดันเลือดเข้าสู่หลอด โดยตรง
การทำหัตถการ	<ul style="list-style-type: none"> - มีความยุ่งยากในการเก็บตัวอย่างเลือด หลายหลอดในการเจาะเลือดแต่ละครั้ง - การดันเลือดใส่ในหลอดเก็บตัวอย่างเลือดอาจทำให้มีเม็ดเลือดแดงแตก (hemolysis) - เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุเข็มตำในการปลดเข็มเพื่อเติมเลือดลง สู่หลอดเก็บตัวอย่างเลือด - การกำหนดปริมาณตัวอย่าง เลือดที่แน่นอนจากการเจาะเลือดกระทำได้ยาก - การเจาะเลือดเพื่อตรวจการแข็งตัวของเลือด (coagulation study) ควรจะใช้วิธี two syringe technique ซึ่งกระทำได้ยาก 	<ul style="list-style-type: none"> - สามารถเก็บตัวอย่างเลือดได้ หลายหลอดในการเจาะเลือด ครั้งเดียว - เลือดไหลเข้าสู่หลอดสุญญากาศโดยตรง - ไม่ต้องปลดเข็มเพื่อเติมเลือด ลงสู่หลอดเก็บตัวอย่างเลือด - เลือดจะหยุดไหลเองเมื่อได้ปริมาณที่กำหนด - การเจาะเลือดเพื่อศึกษาการแข็งตัวของเลือด (coagulation study) มีความสะดวกสบายกว่าโดยการเลือกส่งตรวจจากหลอดสุญญากาศ หลอดที่สอง

ตารางที่ 7. แสดงราคาของอุปกรณ์ที่ใช้ในการเจาะเลือดด้วยวิธีต่าง ๆ

อุปกรณ์	วิธีใช้กระบอกดูดเลือด	วิธีใช้ระบบสุญญากาศ
1. กระบอกจับ	ไม่ใช้	ถูกมากเพราะใช้ซ้ำได้
2. กระบอกดูด (disposable syringe)	3 - 20 บาท/ครั้ง	ไม่ใช้
3. เข็ม	2.50 บาท	2.50 บาท
4. หลอดสุญญากาศ		
• ชนิดไม่ใส่สารกันเลือดแข็ง	5 - 6 บาท/หลอด	4 บาท/หลอด
• ชนิดใส่สารกันเลือดแข็ง/อื่นๆ	บรรจุสารกันเลือดแข็งเอง ดังนั้นจะต้องเสียเวลาและรับภาระค่าสารเคมี	4.50 - 5.50 บาท/หลอด

ค้างอยู่ในกระบอกดูดเลือดก่อน ปริมาณเลือดจะพอ
เท่ากับสารกันเลือดแข็ง ไม่ต้องเสียเวลาในการดันเลือด
ลงสู่หลอดบรรจุอีกชั้นหนึ่งเป็นการประหยัดเวลา เลือดที่
ไหลจากเส้นเลือดสู่หลอดเก็บตัวอย่างเลือดโดยตรงนั้นจะ
ไหลด้วยแรงที่ค่อนข้างสม่ำเสมอไม่แปรตามแรงดึงก้านดึง
เหมือนวิธีที่เจาะด้วยกระบอกดูดเลือด อีกทั้งไม่ต้องถูกดัน
จากกระบอกดูดเลือดลงสู่หลอดบรรจุเลือดทำให้ลดการเกิด
การแตกทำลายของเม็ดเลือดแดงแม้จะมีข้อจำกัดอยู่บ้าง แต่
วิธีการนี้ก็เป็นที่นิยมโดยทั่วไป และยังคงได้รับการพัฒนา
ปรับปรุงให้สะดวกและมีประสิทธิภาพสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง

อ้างอิง

1. Risse GB. The renaissance of bloodletting: a chapter in modern therapeutics. *J Hist Med Allied Sci* 1979 Jan; 34 (1): 3-22
2. Haren PJ. Quantitative disorder of granulocytes. In: Harris-Young L, eds. *Principle of Hematology*. Kerper Boulevard: Wm C Brown Communications, 1995: 283-93
3. Pickard NA. Collection and handling of patient specimens. In: Kaplan LA, Pesce AJ, eds. *Clinical Chemistry: Theory, Analysis, and Correlation*. Missouri: Mosby, 1984: 43-50
4. Young DS, Bermes EW. Specimen collection and processing: Source of Biological Variation. In: Burtis CA, Ashwood ER, eds. *Clinical Chemistry*. 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders, 1984: 58-102
5. Lotspech CA. Specimen collection and processing. In: Bishop ML, Dubent-Von Laufen JL, Fody EP, eds. *Clinical Chemistry : Principles, Procedures, Correlations*. 1st ed. Philadelphia: Lippincott, 1985: 39-56
6. Koebke J, McFarland E, Mein M, Winkler B, Slockbower JM. Venipuncture procedure. In: Slockbower JM, Blumenfeld TA, eds. *Collection and Handling of Laboratory Specimens: a practical guide*. Philadelphia : Lippincott, 1983: 3-45
7. Oxford BS, Dovenbarger S. Specimen collection and processing. In: Bishop ML, Duben JL, Fody EP, eds. *Clinical Chemistry: Principles, Pcedures, Crrrelations*. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott, 1985: 39- 60
8. Gomella LG. Bedside procedures. In: Gomella LG, eds. *Clinician's Pocket Reference*. 8th ed. Connecticut: Appleton & Lange, 1997: 219-93
9. Giles RV. *Theory and Problems of Fluid Mechanics and Hydraulics*. Singapore: Kin Keong Printing, 1983: 1- 69
10. Halpern A. Hydrostatics. In: Halpern A, eds. *Schaum's 3000 Solved Problem in Physics*. Singapore: McGraw-Hill, 1988: 271- 85
11. Kapit W, Macey RI, Meisami E. The physics of blood flow. In: Kapit W, Macey RI, Meisami E, eds. *The Physiology Coloring Book*. New York : Harper Collins, 1987: 32
12. สถาพร มานัสสถิตย์. โรคนอดสักับบุคลากรทางการแพทย์. ใน: มัทนา หาญวนิชย์, อุษา ทิสยากร, บรรณาธิการ. *เอกสารคู่มือการศึกษา*. กรุงเทพฯ: คีไซร์, 2535: 256 -73
13. ถวัลย์ อาคนะเสน, พิศาล เทพสิทธิ์า. กฎหมายเกี่ยวกับวิชาชีพและสถานบริการทางสาธารณสุข ใน: สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. *กฎหมายสาธารณสุขและนิติเวชศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2534: 121-217

14. Krupp MA, Sweet NJ, Jawetz E, Biglieri EG, Roe RL. Simplified laboratory procedure. In: Krupp MA, Sweet NJ, Jawetz E, Biglieri EG, Roe RL, eds. Physician Handbook. 18th ed. Teipei:Meiya, 1976: 119-27
15. Annesler TM. Analytic test variables. In: McClatchey KD, eds. Clinical Laboratory Medicine. 1st ed. Maryland: Williams & Wilkins, 1994: 77-96
16. Holfrod NHG, Benet LZ. Pharamacokinetics and pharmacodynamics: dose selection & the time course of drug action. In: Katzung BG, eds. Pharmacology. 7th ed. Connecticut: Appleton & Lange, 1998: 34-49
17. กำพล ภาณุพันธ์. วิธีเก็บตัวอย่างเลือด. ใน : โสภาค โรจนเสถียร, บรรณาธิการ. ปฏิบัติการโลหิตวิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: เรื่องแก้วการพิมพ์, 2540 : 5-15
18. Knight B. The ethics of medical practice. In: Knight B, eds. Simpson's Forensic Medicine. 10th ed. New York: Oxford University Press, 1997: 155-60
19. Woodburne RT, Burkel WE. The superficial features of the limbs. In: Woodburne RT, Burkel WE, eds. Essentials of Human Anatomy. 9th ed. New York: Oxford University Press, 1994 : 99-106
20. Buescher ES, Hughes WT. Collection of blood specimens. In: Buescher ES, Hughes WT, eds. Pediatric Procedures. 2nd ed. Philadelphia : WB Saunders, 1980: 57-86
21. Jagger J, Hunt E, Brand-Elnaggar J, Pearson RD. The risk of occupation human immunodeficiency virus in a university hospital. N Engl J Med 1988 Aug 4; 319(5): 284-8
22. Noe DA, Rock RC. Specimen collection procedure. In: Noe DA, Rock RC, eds. Laboratory Medicine. 1st ed. Maryland: Williams & Wilkins, 1994: 870-6
23. Baner JD. Collection and preparation of the specimen. In: Baner JD, eds. Clinical Laboratory Method. 9th ed. Missouri: Mosby, 1982: 27-37