

## งานพัฒนาคุณภาพ

# การพัฒนาวิธีการป้องกันปอดແบงจากน้ำในขอด ICD ถูกดูดย้อนทาง

พรศักดิ์ นิมวัฒนกุล พ.บ.\*  
เกล็ดดาว จันท์ทิโว ว.ท.ม.\*

**Development in Prevention of Lung Collapse due to Subaqueous Drainage  
Technical Problems**

**Pornsak Nimvattanakul M.D.\***

**Kleddao Chanthatero M.Sc\***

\* Department of Surgery, Prapokkla Hospital, Chanthaburi Province, Thailand.

J Prapokkla Hosp Clin Med Educat Center 2008;25:390-399

### คำนำ

การระบายลมหรือของเหลวออกจากช่องเยื่อหุ้มปอด (Intercostal drainage; ICD) นับเป็นหัตถการที่จำเป็นเพื่อการรักษา ซึ่งได้ช่วยชีวิตผู้ป่วยได้เป็นจำนวนมากในแต่ละปี แต่ขณะเดียวกันก็เป็น

ปฏิบัติการที่ค่อนข้างซับซ้อน (complicatedly) และมีอันตรายแฝงที่จะต้องระวังอย่างหลายประการดังแสดงในตารางที่ 1

### ตารางที่ 1 Complications related to ICD (tube thoracostomy)

1. Injuries to lung, heart, mediastinum, intercostal artery, diaphragm, intra-abdominal organs
2. Inadequate drainage leading to lung collapse, clot hemothorax, tension pneumothorax, empyema thoracis
3. Pain & uncomfortability due to improper position of tube (subcutaneous emphysema ไม่ใช่ปัญหา แต่เป็นสิ่งบอกเหตุว่า Tube อาจวางไม่ถูกที่ หรือกำลังจะเลื่อนหลุด)
4. Introduced infection leading to empyema thoracis (เกิดบ่อยที่สุด พบร้อยละ 1 % ของการใส่ ICD)

\* ภาควิชาศัลยศาสตร์ โรงพยาบาลพระบพเกล้าจังหวัดจันทบุรี

นอกจากนี้ในการดูแลผู้ป่วยที่มี ICD ใส่ค่าอยู่ ก็ยังมีอันตรายแฝงที่สำคัญอีกประการหนึ่ง ซึ่งมัก จะถูกมองข้าม ทำให้ไม่ได้รับความระมัดระวังเท่าที่ควร ทั้งยังไม่ค่อยมีการรายงานในบันทึกการดูแลผู้ป่วย และในการศึกษาวิจัย อันตรายที่ว่ามีก็คือการเกิด iatrogenic pneumothorax due to technical failure of subaqueous drainage ซึ่งทำให้มี delayed lung expansion หรือ recurrent pneumothorax เกิด

ขึ้นตามมา ทำให้ผู้ป่วยรายนั้นต้องรักษาอยู่ในโรงพยาบาลอีกไปโดยไม่สมควร อีกประมาณ 1-3 สัปดาห์ หรือมากกว่าหนึ่งในบางราย ต้องสูญเสียทรัพยากรเพิ่มขึ้น และบุคลากรก็ต้องทำงานเพิ่มขึ้นไปด้วยเช่นกัน ผู้ป่วยส่วนหนึ่งต้องกลับบ้านพร้อมกับปอดที่แฟบไปส่วนหนึ่ง บางรายต้องเข้ารับการผ่าตัดรักษา empyema thoracis และบางรายถึงกับเสียชีวิตไป ดังที่แสดงในตารางที่ 2

## ตารางที่ 2 Morbidity of iatrogenic pneumothorax

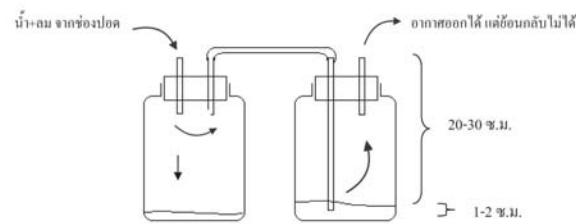
- Delayed lung expansion leading to atelectasis, pneumonia, respiratory failure, empyema thoracis
- Hypoxia & V-Q disproportion may lead to death in uncompensatable patients (underlying COPD & Heart disease, senility, post shock, post head injury, during recovery from anesthesia, etc.)

ผู้รายงานได้ตระหนักถึงปัญหานี้มานาน ทั้งจากประสบการณ์ตรงที่พบในผู้ป่วยที่รับผิดชอบเอง และจากการรับทราบโดยทางอื่น เช่นใน case conference หรือบังเอิญไปพบในผู้ป่วยของแพทย์ท่านอื่น ขณะกำลังเกิดปัญหาพอดี ซึ่งประเมินได้ว่ามีอุบัติการณ์ของ technical failure นี้ประมาณปีละ 1-3 รายในโรงพยาบาลประจำการ ตลอดช่วงหลายปีที่ผ่านมา และพบว่าส่วนใหญ่แพทย์ใช้ทุนที่ดูแลผู้ป่วยมักจะไม่ทราบว่าเกิดปัญหานี้ขึ้นแล้ว เป็นเหตุให้การแก้ไขล่าช้า การรักษาจึงยุ่งยากมากขึ้น มีผลกระทบต่อสุขภาพผู้ป่วยมากขึ้น และบางรายถึงกับเสียชีวิต ไปโดยไม่สมควร ดังนั้นผู้รายงานจึงพยายามหารือแก้ไขปัญหานี้ โดยเน้นไปที่การป้องกัน และการวินิจฉัยให้ได้โดยเร็ว มากกว่าจะมารักษาเมื่อเกิดปัญหาแล้วจึงนำมารายงานเพื่อประโยชน์ของระบบบริการสุขภาพในวงกว้างต่อไป

(รายงานนี้ไม่รวมถึงสาเหตุอื่น ๆ ของ subaqueous failure เช่นการต่อสายผิด,สายหลุด, ปิดผ่าขาดไม่แน่น ฯลฯ ซึ่งพบได้เช่นกัน แต่ส่วนใหญ่ผู้ดูแลมักจะระวังได้ค่อนข้างดี จึงพบน้อย และพบได้เร็ว สามารถแก้ไขได้ทันการณ์ ก่อนจะเกิดปัญหาที่ร้ายแรงมากขึ้น)

## Mechanism of occurrence

ในผู้ป่วยที่มี hemothorax, pleural effusion หรือ hemopneumothorax นั้น เวลาใส่ ICD ในโรงพยาบาลประจำการเกล้า นิยมที่จะต่อสาย ICD ไปลงชิดดักเก็บของเหลวก่อน แล้วจึงต่อสายจากชิดที่ 1 นี้ไปยังชิด subaqueous drainage (ชิดที่ 2) เพื่อกันไม่ให้ของเหลวจากช่องปอดไปเพิ่มระดับน้ำจนสูงจากปลายหลอดแก้วมากเกินไป ซึ่งจะทำให้ลมออกจากปอดได้ยากขึ้น (ต้องใช้แรงดันมากกว่า 2 ซม.น้ำ) รูปที่ 1 การต่อชิด ICD แบบ 2 ชิด

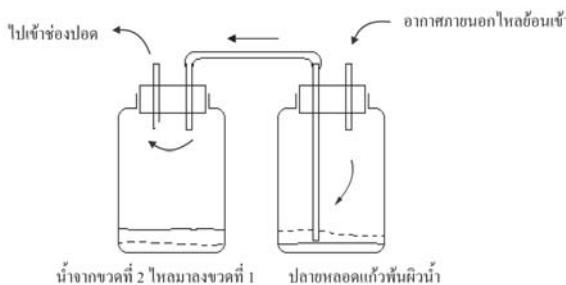


ชิดที่ 1 (ตัดช่องหลอด) ชิดที่ 2 (subaqueous drainage)

ปัญหาจะเกิดขึ้นเมื่อมีความดันลบ (negative pressure) ในช่องปอดมากกว่าระดับความสูงถึงโถงบันสุดของห้องเชื้อมระห่วงชิดทั้งสอง ซึ่งโดยทั่วไปจะสูงประมาณ 20-30 ซ.ม. ซึ่งความดันลบนี้อาจเพิ่มได้อย่างมากในบางขณะ เช่นเวลาสูดหายใจ

แรงๆ, ขณะทำ Triflow incentive breathing exercise, ผู้ป่วยที่มี COPD อยู่ก่อน, ไอรุนแรง, หายใจหอบ, สะอึก หรือจังหวะการหายใจไม่เข้ากันกับเครื่องช่วยหายใจเป็นต้น เมื่อน้ำในขวดที่ 2 ถูกดูดไปลงขวดที่ 1 จนปลายหลอดแก้วของขวดที่ 2 ไม่จุ่มอยู่ได้น้ำอากาศจากภายนอกจึงสามารถไหลย้อนกลับผ่านขวดทั้ง 2 เข้าไปในช่องปอดได้ ทำให้เกิดปัญหาปอดแฟบตามมาดังกล่าวแล้วข้างต้น

**รูปที่ 2** อากาศไหลย้อนกลับเข้าสู่ช่องปอดได้



#### ตัวอย่างผู้ป่วย

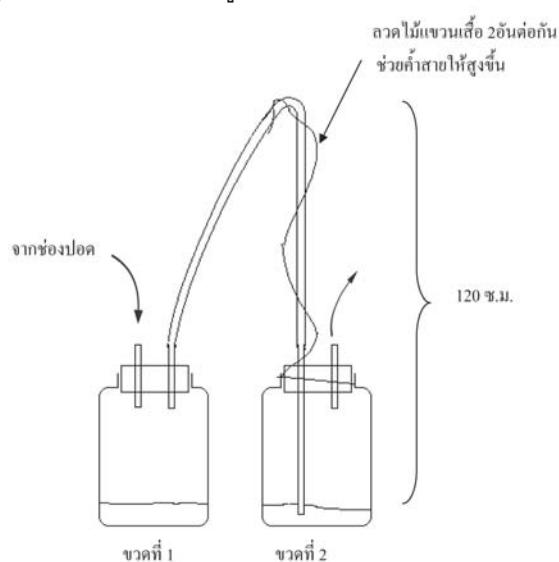
รายที่ 1 หญิงอายุ 35 ปี ได้รับอุบัติเหตุ สี ICD ข้างขวาไว้ vital signs ดีติดต่อ ตอนค่ำวันก่อนเกิดเหตุ ยังพุดคุยกับญาติได้ ผู้ร้ายงานผ่านไปที่ ward ตอนเช้า เห็นแพทย์ใช้ทุนกำลังทำ CPR จึงเข้าไปช่วย ไม่ทราบว่า cardiac arrest ตั้งแต่เมื่อไร รายนี้ CPR ไม่ขึ้น หลังผู้ป่วยเสียชีวิตได้พบว่าระดับน้ำในขวด ICD ขวดที่ 2 อยู่ต่ำกว่าปลายหลอดแก้ว (รายนี้เกิดขึ้นเมื่อ 21 ปีที่แล้ว)

รายที่ 2 ผู้ป่วยศัลยกรรมอุบัติเหตุ สี ICD มาหลายวันแล้ว แต่ปอดยังแฟบอยู่ติดต่อ ทำ postural drainage + ให้ยาขับเสมหะ และให้ทำ breathing exercise และกีโน่ได้ผล (มีผู้ป่วยแบบนี้หลายราย มีทั้งแบบบาดเจ็บท้องอกรอย่างเดียว และแบบ multiple injuries แม้ว่าจะให้ต่อ continuous suction และ บางรายก็ได้ผล บางรายก็ไม่ได้ผล) พยาบาลผู้ดูแลได้ด้วยเดินน้ำในขวดที่ 2 ให้อยู่เป็นเวลาหลายวัน พร้อมกับ record ว่า ICD content ออกมากทุกวัน ก่อนที่ต้นเหตุของปัญหาจะได้รับการแก้ไข ซึ่งกรณีแบบนี้ถ้าไม่มี

โรคแทรกซ้อนอย่างอื่นร่วมด้วย พบว่าผู้ป่วยจะต้องอยู่โรงพยาบาลนานขึ้นอีก 3 วันถึง 2 สัปดาห์ บางรายต้องยอมรับส่วน Lung atelectasis ขณะกลับบ้าน บางรายไม่สามารถ off ET tube ได้จนเกิดเป็น pneumonia ตามมา

รายที่ 3 ผู้ป่วยชายอายุ 41 ปี ได้รับอุบัติเหตุ blunt chest injury สี ICD ข้างขวาไว้ observe อาการพบ clinical ดีติดต่อ จึงย้ายไปห้องพิเศษได้ ตอนเช้า ผู้ป่วยบ่นหายใจไม่เต็มอิ่ม แต่ vital signs ดีติดต่อ พังปอดพบ decreased breath sound right lung ก้มดูขวด ICD พบว่าน้ำอยู่ต่ำกว่าปลายหลอดแก้ว จึงให้เดินน้ำพร้อมหงายกลับโคงของสายยางเชื่อม 2 ขวดขึ้นมาติดพลาสเตอร์ไว้กับโครงเตียง สูงจากพื้นประมาณ 50 ซ.ม. เช้าอีกวันหนึ่งก็ยังพบน้ำไหลย้อนไปขวดที่ 1 อีก วันนี้หัวหน้าตึกได้กรุณาช่วยหาไม้แขวนเสื่อมาให้จึงนำมาติดทำลดด้ามสายให้สูงขึ้นได้ประมาณระดับขอบเตียง (จากพื้นประมาณ 90 ซ.ม.) แต่แล้วตอนบ่ายก็ยังพบว่าน้ำยังสามารถไหลย้อนกลับได้อีก จนต้องใช้ไม้แขวนเสื่อ 2 อันต่อ กัน และต่อสายเชื่อม 2 ขวดให้ยาวขึ้นจนค้างกลางสายให้สูงถึงระดับนสุดของเหล็กกันเตียง (จากพื้นมากกว่า 120 ซ.ม.) จึงจะป้องกันน้ำไม่ให้ไหลย้อนไปได้อีก หลังจากนั้นผู้ป่วยหายดี จากนั้นอีก 3 วันจึง off ICD ให้กลับบ้านได้

**รูปที่ 3** การแก้ปัญหาผู้ป่วยรายที่ 3



**Conventional prevention+ managements**

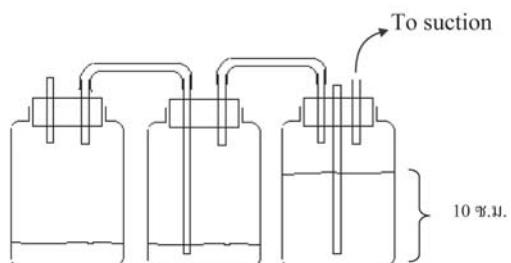
จากสิ่งที่ปฏิบัติกันอยู่โดยทั่วไป และจากคำแนะนำในตำราต่าง ๆ พบร่วมกับการปฏิบัติเท่าที่ทราบดังนี้

1. ผู้ป่วยที่เป็น pure pneumothorax, pure hemothorax และ pleural effusion (มีเฉพาะลมหรือของเหลวเพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่งในช่องปอด) ห้ามต่อขวด fluid collection (ขวดที่ 1) ให้ต่อเฉพาะขวดที่ 2 (+/- ขวดที่ 3 ถ้าจำเป็น) เพราะถ้าเป็น pure pneumothorax ก็ไม่มีของเหลวให้ดักเก็บ แต่ถ้าเป็นของเหลวล้วนๆ ก็ไม่มีปัญหาเวลาปั๊บแล้วหลอดแก้วที่จุลมอยู่ได้น้ำเกิน 2 ซ.ม. จะทำให้ระบบไม่ได้เนื่องจากของเหลวจะไหลลงไปอยู่ในน้ำได้อยู่แล้ว ถ้ามีลมจึงจะต้องการแรงดันจากปั๊บท่อผ่านระดับน้ำขึ้นไป

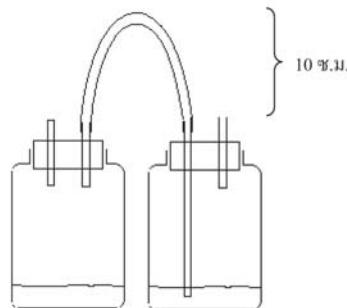
1.1 แม้แต่ผู้ป่วยที่มี hemopneumothorax ที่มีเลือดออกไม่มาก เช่นน้อยกว่าวันละ 100 มล. ก็ยังสามารถต่อแบบขวดเดียวได้ เพราะระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยในแต่ละวันจะไม่สร้างปัญหาในการระบายนมมากนัก แต่เมื่อระดับน้ำสูงจน อาจระบายนมยากก็ควรเทน้ำออกบ้างหรือเปลี่ยนขวดใหม่ ซึ่งอาจจำลำบากแก่พยาบาลบ้าง แต่ถ้าเทียบกับราคาวิธีของผู้ป่วยแล้วก็ควรยอมทัน

2. ต้องหมั่นตรวจดูระดับน้ำในขวดที่ 2 อยู่เสมอ โดยเฉพาะเมื่อมี vital signs change กระสับกระส่าย หายใจไม่ลม หรือเสียงหายใจที่ปอด 2 ข้าง ไม่เท่ากัน และขณะ record volume ทุกครั้ง อย่าดูเฉพาะขวดที่ 1 ให้ดูในขวดที่ 2 ด้วยเสมอ ซึ่งจะช่วยให้รับทราบปัญหาได้เร็วขึ้น แต่ไม่สามารถป้องกันการเกิดปัญหาได้

3. ต่อเพิ่ม continuous suction (ขวดที่ 3) จะได้ผลลัพธ์เสมอของการยกส่วนโคงของสายเชื่อมระหว่างขวดที่ 1 กับ 2 ขึ้นไปสูงเท่ากับ negative pressure ที่ต่อเข้าไปนั่นเอง (ดูรูปที่ 4) ซึ่งถ้าแรงดูดในปอดมีมากกว่าก็ยังคงดูดน้ำกลับไปได้อยู่ดี

**รูปที่ 4 ผลลัพธ์ของการต่อ continuous suction เปรียบเทียบกับวิธีที่ 4**

ได้ผลลัพธ์เท่ากับวิธีที่ 4

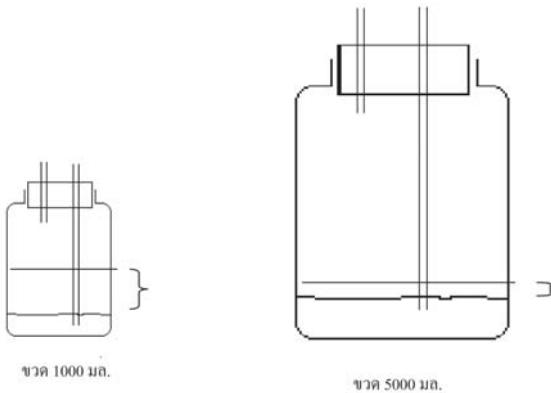


ดังนั้นวิธีที่ 3 นี้จึงไม่ค่อยมีประโยชน์มากนัก และยังจะเพิ่มความลำบาก ให้ทั้งผู้ป่วยและบุคลากร นอกจากนี้ยังสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นด้วย

4. ยกสายเชื่อมระหว่างขวดที่ 1 กับ 2 ให้สูงขึ้น ดังที่อธิบายในผู้ป่วยรายที่ 3 และในรูปที่ 4 สำหรับผู้ป่วยส่วนใหญ่ ยกให้สูงประมาณ 40-80 ซ.ม. ก็มักจะพอ แต่วิธีนี้ก็ไม่อาจรับประทานได้ว่าจะไม่ล้มเหลว ดังเช่นที่พบในผู้ป่วยรายที่ 3 ซึ่งแม้ว่าจะคาดว่าพบได้ยากแต่ก็ได้เคยเกิดขึ้นแล้ว

5. การใช้ขวด ICD ขนาดใหญ่ ซึ่งเท่าที่ทราบในปัจจุบันมีใช้อยู่ในโรงพยาบาลมหาraz นครเชียงใหม่ กับโรงพยาบาลสมเด็จฯ ณ.ศรีราชา ใช้ขวดขนาดความจุประมาณ 4000-6000 มล. เพียงขวดเดียว ไม่ต้องแยกเป็นขวดที่ 1 กับขวดที่ 2 โดยที่ขวดมีพื้นที่ภาคตัดขวางขึ้นจึงรองรับของเหลวได้มาก ในขณะที่ระดับน้ำเพิ่มขึ้นน้อย (ดูรูปที่ 5) วิธีนี้รับประทานได้ว่าจะไม่มีปัญหาน้ำหล่อล้นกลับอย่างแน่นอน เพราะไม่มีขวดที่ 1 อีกต่อไป

**รูปที่ 5** เปรียบเทียบระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นในขวด 2 ขนาด เมื่อรองรับน้ำ 400 ml. เท่ากัน



พบว่า ถ้าผู้ป่วยมีข้องเหลวอกรมาประมาณวันละ 100 ml ทุกวัน ถ้าไม่ต่อขวดที่ 1 ใช้เฉพาะขวดที่ 2 ขนาด 1000 ml ควรจะเทออกหรือเปลี่ยนขวดทุก ๆ 1-2 วัน แต่ถ้าใช้ขวดขนาด 5000 ml จะใช้ได้นานประมาณ 1 สัปดาห์ขึ้นไป

#### Trial for problem solving

คณะกรรมการพัฒนาห่วงจ่ายกลางโรงพยาบาลพระบูรพาภิลักษณ์ ได้พิจารณาเห็นชอบให้จัดทำขวด ICD ขนาดใหญ่ และให้ทดลองใช้งานที่ตึกศัลยกรรมอุบัติเหตุ และ อายุรกรรมหญิง 1 เมื่อปลายปีพ.ศ.2549 เพื่อประเมินข้อดี-ข้อเสียก่อน (เป็นการนำร่อง) ถ้าได้ผลดีจึงจะนำมายใช้ทั่วทั้งโรงพยาบาลต่อไป โครงการนี้ใช้เวลาจัดทำห้องปักรณ์นานมาก เนื่องจากในช่วงแรกไม่สามารถหาห้องขวดขนาดใหญ่แบบนี้ได้ เพราะไม่เคยจัดซื้อมาก่อน และไม่มีขายทั่วไป กว่าจะพร้อมทดลองใช้งานตามต้องการของคณะกรรมการพัฒนาห่วงจ่ายกลาง ก็ล่วงเข้าปลายปีพ.ศ.2550 ได้ผลสรุปข้อดี-ข้อเสียของการใช้ขวด ICD ขนาดใหญ่ (5000ml) ดังต่อไปนี้

#### ข้อดี

1) รับประทานว่าจะไม่เกิดเหตุการณ์น้ำไหลย้อนจากขวดที่ 2 กลับไปลงขวดที่ 1 ได้อย่างแน่นอน ช่วยลดอันตรายและการงานในการเฝ้าระวังและการ

รักษาภาวะแทรกซ้อนที่จะตามมาได้ตี แต่ในช่วงแรกก็ยังมีคนเข้าใจผิดนำขวด fluid collection (ขวดที่ 1 เดิม) มาต่อเข้ากับขวดขนาดใหญ่นี้อีกจนได้

2) ลดความยุ่งยากซับซ้อนของการต่อสาย ICD เพราะไม่ต้องมีขวดที่ 1 ไม่ว่าจะมีเลือด หรือ effusion หรือไม่ก็ตาม และโอกาสต่อสัลบขวดหรือสัลบสายกันจะหมดไปด้วย

3) จำนวนจุดเชื่อมต่อ ระหว่างหลอดแก้วกับสายยาง+ ฝากับตัวขวด ลดน้อยลงครึ่งหนึ่ง จึงน่าจะลดโอกาสการเลื่อนหลุด หรือร้าวซึ่งเป็นอีกสาเหตุหนึ่งของ lung collapse ลงได้ด้วย

4) เนื่องจากลดขวดเหลือขวดเดียว จึงน่าจะลดความลำบากในการจัดวาง และการเคลื่อนย้ายขวด ICD ที่เดิมต้องหัวไปหัวกลับ 2 ขวดพร้อมกัน ซึ่งต้องระวังขวดกระแทกันด้วย

#### ข้อเสีย

1) ขวดและอุปกรณ์ห้าชิ้นยกในปัจจุบัน ซึ่งพบว่ามีขายอยู่เพียงเจ้าเดียว ถ้าผู้ขายหยุดขายกระตันหันก็อาจไม่มีของใช้ได้ อีกทั้งผู้ขายก็อาจโกงราคาขายได้โดยง่าย

2) ขวดขนาดใหญ่มีราคาแพงกว่าขวดแบบเดิมมาก จากราคาชุดละประมาณ 400 บาท (ใช้ครั้งละ 2 ชุด ก็ประมาณ 800 บาท) ไปเป็นชุดละประมาณ 4000 บาท แพงกว่ากันประมาณ 5-10 เท่า

3) ขวดใหญ่ต้องมีเนื้อแก้วหนา ทำให้มีน้ำหนักมาก สร้างความลำบาก ยุ่งยากในการเคลื่อนย้าย และการทำความสะอาด (น้ำหนักขวดพร้อมอุปกรณ์รวมกันน้ำในขวดจะประมาณ 2.6 ก.ก. ขวดแบบเดิม 2 ขวดจะจะประมาณ 2.0 ก.ก.)

4) ผู้ใช้และผู้ดูแลรับผิดชอบ ประเมินว่าขวดหนักขึ้น ลังยาก กลัวแตกตอนลัง และห่วงว่าปากขวดกว้างกลัวจะแตกขณะปิดเปิดฝ่าขวด

5) อาจเกิดความยุ่งยากสับสน ในช่วงเวลาเปลี่ยนวิธีปฏิบัติ จากสิ่งที่เคยชินมาเป็นเวลาสั้นไปสู่สิ่งปฏิบัติใหม่ กับอุปกรณ์ใหม่ ซึ่งในช่วงเวลา

ที่ทดลองใช้ใน 2 ward นำร่อง ก็ได้พบปัญหาบ้าง  
พอสมควร

### นวัตกรรมเพื่อการแก้ไข

หลังจากทราบผลการประเมินขาด ICD ขนาด  
ใหญ่แล้วพบว่าบังมีจุดอ่อนอยู่หลายประการ แม้จะมี  
ข้อดีอยู่มากก็ตาม แต่ก็ยังไม่ใช่วิธีที่ดีที่สุด ผู้รายงาน  
จึงลองคิดนอกรอบ เพื่อหาทางออก แบบอื่นบ้าง โดย  
ลองทบทวนความรู้และประสบการณ์ทุกๆ ด้านที่อาจ  
นำมาใช้ประโยชน์ได้ จนได้แนวคิดที่จะทำเป็น check  
valve มากันระหว่างขวดที่ 1 กับขวดที่ 2 ไม่ให้น้ำถูก<sup>1</sup>  
ดูดย้อนทางไปได้ แต่จะยอมให้อากาศผ่านไปได้  
สะดวก โดยยึดหลักความปลอดภัยของผู้ป่วยเป็น<sup>2</sup>  
สำคัญ คือจะต้องทำ sterilization ได้, ไม่ขัดข้องง่าย<sup>3</sup>  
ขณะใช้งาน, และไม่เก็บอันตรายในด้านอื่น ๆ แก่ผู้<sup>4</sup>  
ป่วยและผู้เกี่ยวข้องทุกคน พร้อมทั้งหลักความ  
ประยุกต์ คือจัดหาได้ง่าย วัสดุที่ใช้ต้องราคาไม่แพง  
เกินไป และถ้าสามารถผลิตได้เองได้ก็จะดียิ่งขึ้น

### หลักการทำงานของ Check valve

1) อากาศไหลผ่านจากขวดที่ 1 ไปขวดที่ 2 ได้  
สะดวกตลอดเวลาโดยอัตราการไหล (flow rate) ไม่  
ลดลงจากเดิม

2) เมื่อมีแรงดึงดูดกลับ (ความดันอากาศใน  
ขวดที่ 1 น้อยกว่าในขวดที่ 2) valve จะต้องเลื่อนไป  
อยู่ในตำแหน่งปิดโดยเร็ว เพื่อไม่ให้น้ำผ่านจากขวดที่  
2 ไปยังขวดที่ 1 ได้ หรือเมื่อน้ำจากขวดที่ 2 กำลัง<sup>5</sup>  
จะไหลย้อนผ่าน valve. Valve จะต้องเลื่อนปิดทัน  
เวลา ไม่ให้น้ำไหลผ่านไปได้ แต่ต้องจะให้ไปบ้างจริงๆ  
ก็ให้ผ่านไปน้อย จนน้ำในขวดที่ 2 ไม่ลดลงต่ำกว่า<sup>6</sup>  
ปลายหลอดแก้ว

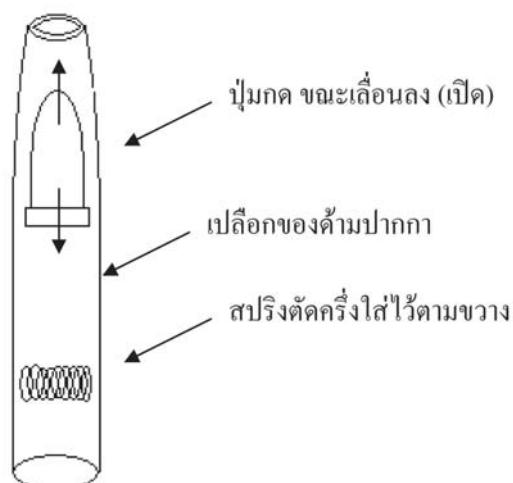
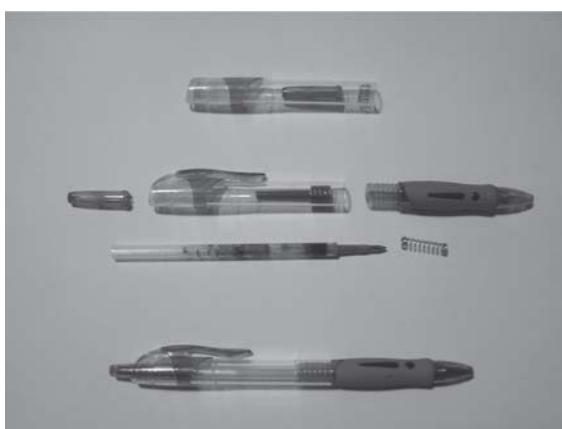
3) เมื่อความดันอากาศในขวดที่ 2 กลับมาอยู่  
ในภาวะปกติ (ในขวดที่ 1 มีความดันสูงกว่าในขวดที่  
2) Valve จะต้องกลับไปอยู่ในตำแหน่งเปิดได้เอง โดย<sup>7</sup>  
ไม่ต้องมีการปฏิบัติหรือปรับแต่งใดๆ ทั้งนี้เพื่อให้การ  
ระบบอากาศออกจากช่องปอดดำเนินต่อไปได้  
เหมือนเดิมโดยอัตโนมัติ

4) การทำงานในข้อ 2) และข้อ 3) จะต้องพร้อม  
ที่จะเกิดซ้ำ ๆ ตลอดไปจนมาได้โดยไม่จำกัดจำนวน  
ครั้ง จนกว่าผู้ป่วยจะไม่ต้องใช้ ICD

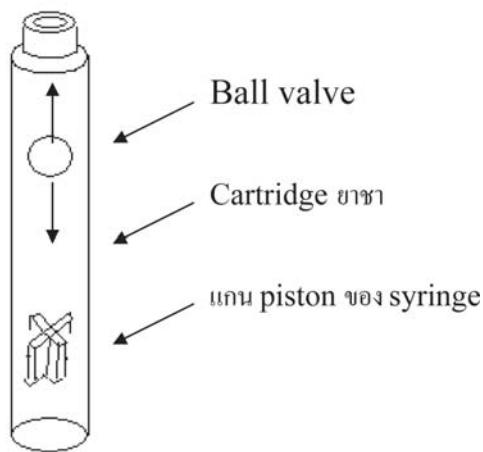
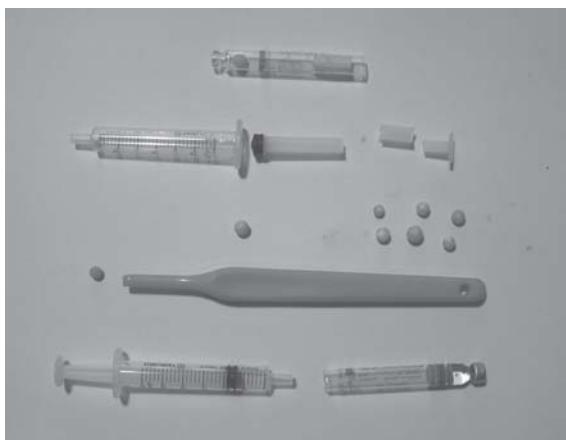
### อุปกรณ์ต้นแบบ

ผู้นำรายงานได้คิดออกแบบทำอุปกรณ์ต้น  
แบบ ทดลองใช้แบบลองผิดลองถูกหลายครั้ง จนได้  
ออกแบบเป็น check valve ที่คิดว่าเป็นตามวัตถุประสงค์  
และหลักการดังกล่าว 2 แบบ ดังนี้

รูปที่ 6 Check valve แบบที่ 1 (ทำจากปากกาใช้แล้ว)



รูปที่ 7 Check valve แบบที่ 2 (ทำจากหลอดยาชาใช้แล้ว)



รูปที่ 8 valves ที่อ้อมแก๊สแล้ว



แบบที่ 1

วัสดุ ทำจากปากกาลื่นกดปุ่ม ใช้เฉพาะส่วนท้ายกับตัวปุ่มกดและสปริง

การใช้งาน เปลือกปากกาจะเป็นส่วนหุ้ม valve และเป็นส่วนต่อเชื่อมระหว่างท่อยางจากขวดที่ 1 และ 2 ตัวปุ่มกดจะทำหน้าที่เป็น valve สปริงปากกา นำมาตัดครึ่งใส่ไว้ตามขวางเพื่อรองรับ valve ไม่ให้เลื่อนหล่น เวลาปักติ valve (ปุ่มกด) จะวางอยู่บนสปริง มีช่องว่างให้อากาศจากขวดที่ 1 ผ่านไปขวดที่ 2 ได้ เมื่อมีแรงลมดูดหรือเมื่อน้ำเอ่อดามหลอดแก้วขึ้นมา ถึง valve จะทำให้ valve ลอยขึ้นไปติดส่วนบนสุดของเปลือกปากกาเป็นการปิดไม่ให้อากาศและน้ำไหลผ่านต่อไปได้

#### ข้อดีและข้อเสีย

- ใช้ของเหลือทิ้งทั้งหมด ดังนั้นต้นทุนก็คือค่าฝีมือ และแรงงานเท่านั้น (ถ้าไม่ได้นำไปหาประโยชน์ส่วนตัว ก็ไม่คิดค่าลิขสิทธิ์ครับ)

- Sterile ได้ด้วยวิธีอ้อมแก๊สหรือแช่น้ำยา และผ่าน Autoclave ไม่ได้

- เป็นพลาสติกสำหรับงานสำนักงาน ไม่ใช่ medical grade สำหรับอุปกรณ์การแพทย์ จึงอาจมีอันตรายจากสารเคมีในเนื้อวัสดุที่อาจระเหยออกมายหรือทำปฏิกิริยากับสาร sterilizer ได้

- ปากกาแต่ละแบบมีความแตกต่างกัน บางแบบอาจนำมาใช้ไม่ได้ และขนาดอาจไม่เท่ากัน ซึ่งอาจมีปัญหาในการเก็บคงคลัง (Stock) การซ่อมบำรุง และขณะใช้งานได้

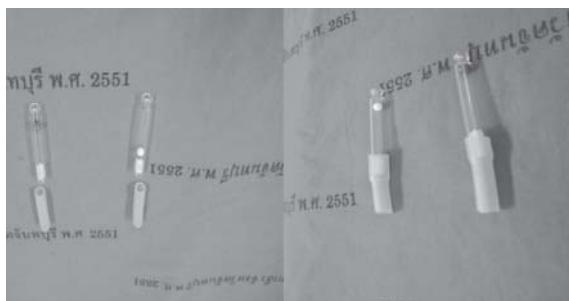
แบบที่ 2

วัสดุ Cartridgeยาชาของทันตแพทย์, แกน piston ของ syringeพลาสติกนำมาตัดแต่งให้ใส่ใน cartridge แล้วพิทอดี และball valve ทำจากเนื้อพลาสติกด้านแม่พรงสีฟัน(นำมาตั้งไว้ให้กลมใช้เวลาทำลูกกละประมาณ 45 นาที) หรือจะใช้เม็ดกระสุนปืนลมเด็กเล่นของลูกชายก็มีขนาดพอดีใช้ได้ มีอะนั้นจะใช้เม็ดโฟมกลมๆ ที่มีขายตามร้านเครื่องเขียนซอง

ละ 5 นาที มีจำนวนเป็นร้อยเม็ด แต่ต้องมากัดขนาด และรูปทรง ต้องเลือกเอาที่กลมจริง ๆ ดังนั้นจึงมีทางเลือกย่อยๆ ในแบบที่ 2 นี้ 3 ทาง

การใช้งาน Ball valve ปกติจะวางอยู่บนแกน piston ปล่อยให้อากาศจากขวดที่ 1 ไหลไปขวดที่ 2 ได้โดยสะดวก เมื่อมีลมหรือน้ำจากขวดที่ 2 กำลังจะไหลย้อนไปยังขวดที่ 1 ก็จะดูดหรือดันให้ ball valve ขึ้นไปติดอยู่ที่ส่วนแคบของ cartridge เป็นการปิดกั้นห้องลมและน้ำไว้ไม่ให้หล่อต่อไปได้ เมื่อหมดแรงดูดแล้ว ball valve ก็จะตกลงตามแรงโน้มถ่วงของโลกลับลงสู่ตำแหน่งเปิดตามเดิม

รูปที่ 9 ชุด valves ต่ออยู่บนขวดที่ 2



ตารางที่ 3 ผลการทดสอบทางเชิงกล

	ดูดลม	เป่าลม	จุ่มน้ำ	ดูดน้ำ	ฉีดน้ำ
Valve ปากกา	++	++	+	++	++
Ball ด้ามแปรงสีฟัน	++	++	++	++	++
Ball กระสุนปืนลม	+	++	-	++	++
Ball เม็ดโฟม	+++	+++	+++	+++	+++

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่ทำงาน ,+++ หมายถึง ทำได้ดีมาก

### ข้อดีและข้อเสีย

- ข้อดีทั้งหมดของ valve แบบที่ 1
- Ball valve ทรงกลมสามารถเลื่อนปิดเปิดได้อย่างแม่นยำ จึงน่าจะปิดได้สนิทกว่าแบบที่ 1

- Cartridge และ piston เป็นอุปกรณ์การแพทย์อยู่แล้วจึงไม่มีปัญหาเรื่องสารเคมีในเนื้อวัสดุ และการทำ sterilization

- Cartridge มีขนาดพอเหมาะสมใช้ส่วนต่อ กับท่ออย่างที่ใช้สำหรับขวด ICD เดิมได้พอดี (โรงพยาบาลพระปักเกล้าใช้ต่อ กับสายยางต่าง ๆ นานาหลายสิบปี ปัจจุบันใช้น้อยลงแต่ก็ยังมีใช้อยู่)

- สามารถถอดล้างแล้วประกอบใหม่ได้สะดวก

- ผู้อุปกรณ์มีความเรียบลื่น และมีซอกหลืบ น้อยจึงทำความสะอาดได้ง่าย ยกเว้น ball valve จากเม็ดโฟมอาจไม่แน่ใจเรื่องสารเคมี และการดูดซับสิ่งสกปรกแต่ก็สามารถแก้ไขได้โดยการเปลี่ยนเม็ดโฟมหลังการใช้ (single use)

- Ball จากด้ามแปรงสีฟันเสียเวลาทำงานมาก และมักจะไม่ค่อยกลม

### การประเมินผล และทดลองประสิทธิภาพทางเชิงกล

1) การปิดเปิดของ valves ได้ทดสอบโดยทดลองดูดลม, เป่าลมย้อนทาง, จุ่มน้ำ, ดูดน้ำ และฉีดน้ำย้อนทาง ใน valve แต่ละแบบ พบร่วมได้ผลดังตารางที่ 3

## ข้อสังเกต

เม็ดโฟมที่เปลี่ยนน้ำจะเกาะกับผิว cartridge หลังจากขึ้นไปปิด แต่เมื่ออาการจะให้หลอกลับตามทิศทางปิดติก็จะดันให้เม็ดโฟมตกลงมาโดยสะตวาก ไม่เป็นปัญหาต่อการระบายน้ำจากช่องที่ 1 ไปช่องที่ 2 แต่อย่างใด

## วิจารณ์

Valve ทุกแบบสามารถเปิดปิดได้เกือบทุกสถานการณ์ยกเว้น ball กระสุนปืนลมพบว่าความถ่วงจำเพาะสูงกว่าน้ำจึงมันน้ำ แต่ถ้ามีการดูดน้ำย้อนจากช่องที่ 2 กระแสน้ำก็ยังสามารถพัดเม็ดกระสุนขึ้นไปปิดได้ ส่วนเม็ดโฟมนั้นปิดเปิดได้ดีมากในทุกสถานการณ์ จะมีจุดอ่อนก็คือเรื่องเนื้อวัสดุ ดังที่กล่าวไว้แล้ว ในเรื่องข้อดีข้อเสียเท่านั้น

### 2) การทำให้ปราศจากเชื้อ

2.1 Valve แบบปลอกปากกาได้รับการประเมินจากข้อดีและข้อเสีย แล้วว่าด้อยกว่า valve แบบที่ 2 ค่อนข้างมาก จึงยุติการพัฒนาต่อ ดังนั้นจึงไม่ได้มาทดสอบการทำให้ปราศจากเชื้อ

2.2 Valve แบบที่ 2 ทั้ง 3 แบบย่ออยู่ได้นำไปอบแก๊ส ETO ที่อุณหภูมิ 45-60 องศา แล้วนำมาระบดด้วยสายตา และทดสอบดูดลม ดูการทำงานหลัง sterilization แล้ว ไม่พบว่ามีการเสียรูปทรง หรือมีการทำงานบกพร่องใดๆ ทั้งตัว cartridge, แกน piston, ball จากแปรสีพัน, ลูกปืนลม, และเม็ดโฟม ในทุกด้วยทดสอบ

3) ผลจากการนำไปใช้จริง (Phase 2 และ Phase 3 clinical usage evaluation)

3.1 เนื่องจาก ball ด้ามแปรสีพันมีข้อเสียในเรื่องการจัดหา และรูปทรง ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญ จึงยุติการพัฒนาและไม่ได้นำมาทดสอบขั้นนี้

3.2 ขณะนี้อยู่ระหว่างการทดสอบใช้กับผู้ป่วยจริง เลพะ ball valves แบบเม็ดโฟมกับแบบกระสุนปืนลม ซึ่งคณะกรรมการพัฒนาหน่วยจ่ายกลางได้วางมาตรการในการนำไปใช้ และการเฝ้าระวังผลกระทบจากการใช้งานไว้แล้ว เมื่อใช้งานไปนานพอนมีจำนวนการใช้งานมากพอจึงจะนำมาประเมินผล เพื่อรายงานต่อคณะกรรมการพัฒนางานจ่ายกลางอีครั้ง ก่อนที่จะใช้งานแบบปกติต่อไป

อนึ่ง จนถึงขณะนี้ประโยชน์การใช้งานของ check valve นี้พожาคาดการณ์ได้แล้วว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่ตั้งไว้ การประเมินในข้อ 3) นี้มีประโยชน์เพียงเพื่อจะค้นหาปัญหาซ่อนเร้นซึ่งอาจจะมีอยู่ ถ้าพบก็จะนำมาแก้ไขให้ปลอดภัยขึ้น และถ้าผ่านการประเมินนี้แล้วก็จะเป็นการประกันความปลอดภัยได้อย่างมั่นใจยิ่งขึ้น ทั้งนี้ check valves เป็นอุปกรณ์ใช้ภายในองค์กรร่างกาย และไม่มีโอกาสสัมผัสกับเนื้อเยื่อของผู้ป่วยทั้งทางตรงและทางอ้อม

## สรุป

การใส่ ICD เป็นหัตถการที่จำเป็นในการระบายนม หรือของเหลวออกจากช่องเยื่อหุ้มปอด และมีการใช้ค่อนข้างบ่อยในทุก ๆ โรงพยาบาล แต่กลับมีอันตรายและ并发症ที่สำคัญ คือน้ำจากช่องที่ 2 อาจถูกดูดให้เหลยอนทางไปอยู่ในช่องที่ 1 ทำให้ปอดไม่ขยายตัว หรือเกิด iatrogenic pneumothorax ขึ้นได้ ซึ่งบางครั้งก็ทำให้เกิดอันตรายอย่างรุนแรงต่อผู้ป่วยได้ วิธีป้องกันและแก้ไขปัญหาที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันยังมีจุดอ่อนอยู่ทุกมิติ ผลกระทบ คณะกรรมการพัฒนาหน่วยจ่ายกลางโรงพยาบาลพระปักเกล้า จึงได้คิดค้น check valve ขึ้นมาใช้ โดยผ่านการทดสอบทางคลินิก และการทำ sterilization ซึ่งพบว่าได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ขณะนี้ได้มีมติให้นำมาใช้กับผู้ป่วยได้ แต่ให้มีการเก็บข้อมูลเพื่อประเมินผลการใช้งานทางคลินิกในหน้างเดียวกันกับ phase 2 และ 3 clinical trial . ทั้งนี้เพื่อค้นหาปัญหาซ่อนเร้นที่อาจจะมีอยู่ และเพื่อประกันความปลอดภัยในการใช้งานต่อไปในระยะยาว

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะกรรมการพัฒนางานหน่วยจ่ายกลางโรงพยาบาลพระปักเกล้า ซึ่งได้ช่วยกันแสดงความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ และได้พิจารณาอนุมัติแผนการดำเนินงานทุกขั้นตอน ขอบคุณบุคลากรในหอผู้ป่วยที่เกี่ยวข้อง ขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุก

ท่านในหน่วยจ่ายกลาง และขอขอบคุณ คุณรัตนยันนห์  
 การเจริญดี ซึ่งกรุณาร่วมรวมหลอดยาชาใช้แล้วมาให้  
 ด้วยความกระตือรือร้น

### บรรณานุกรม

1. รายงานการประชุมคณะกรรมการพัฒนางาน  
 หน่วยจ่ายกลาง ครั้งที่ 41-2/2551 16  
 พฤษภาคม 2550
2. รายงานการประชุมคณะกรรมการพัฒนางาน  
 หน่วยจ่ายกลาง ครั้งที่ 42-2 / 2551 11 มกราคม  
 2551
3. สุกษม วัฒนาวนิช . ( 2538 ). การบาดเจ็บทรวง  
 ออก . วรานนท์เอ็นเตอร์ไพรส์ : กรุงเทพ.
4. Richard W. Light & Y.C Gary Leo (ed).  
 (2003). Text book of Pleural Diseases.  
 Arnold publishers : London .
5. Millikan J, Moore E, Steiner E, Aragon G,  
 Van Way C .(1980). Complication of tube  
 thoracostomy for acute trauma. AMJ. Surg.  
 140 ,738-741.
6. F Griffith Pearson et al . (1995). Thoracic  
 Surgery . Churchill Livingstone: New York .
7. Demosthenes Bouros. (ed). (2004). Lung  
 biology in health and disease Vol 186 Plural  
 disease . Marcel Dekker : New York Base1
8. David D Y (ed). (2007). The Johns Hopkins  
 Manual of Cardiothoracic Surgery, Mc Graw  
 Hill Medical : New York
9. Baumann . (2001) . An American Collage of  
 Chest Physicians Delphi concensus state-  
 ment. Chest . 119, 590-602.
10. Light. E D. (2000). Textbook of Respiratory  
 Midicine Vol 2 ( 3 rd ed). W Saunders .
11. Mason, Broaddus, Murray Nadel. (2005).  
 Murray & Nadel' s Textbook of Respiratory  
 Medicine (4 th ed). Elsevier Saunders :Phila-  
 delphia .