

การตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงบริเวณปอดในผู้ป่วยวิกฤตขั้นพื้นฐาน

Basic Lung Ultrasonography in Critically Ill Patients: a Literature Review

ณัชพล นนทรีย์, พ.บ., สุทธาสินี เพชรสกุล, พ.บ., จุฑารัตน์ ธนาสารสุทธิภรณ์, พ.บ.,
สมิตรา ประเทพ, พ.บ., วิลาสินี จิตภักดี, พ.บ.

Natchapol Nonsee, M.D., Sutthasinee Petsakul, M.D.,
Jutarat Tanasansuttiporn, M.D., Sumidtra Prathep, M.D.,
Wilasinee Jitpakdee, M.D.

ภาควิชาวิสัญญีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110
Department of Anesthesiology, Faculty of Medicine, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90110, Thailand.

บทคัดย่อ

การตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงบริเวณทรวงอกในผู้ป่วยเวชบำบัดวิกฤตได้รับความนิยม เนื่องจากมีความไวและความแม่นยำในการวินิจฉัยโรคสูง เช่น ปอดอักเสบ ปอดแฟบ หรือภาวะโพรงเยื่อหุ้มปอดมีอากาศ มากกว่าการตรวจวินิจฉัยด้วยภาพถ่ายรังสีทรวงอกหรือการตรวจร่างกาย นอกจากนี้ยังมีความปลอดภัยสูง ไม่เสี่ยงต่อการสัมผัสรังสี ทำได้อย่างรวดเร็ว และไม่ต้องเคลื่อนย้ายผู้ป่วย อย่างไรก็ตามการตรวจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงจำเป็นต้องอาศัยความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ของผู้ตรวจ เพื่อให้การตรวจเป็นไปอย่างถูกต้องและน่าเชื่อถือ บทความนี้จึงได้รวบรวมความรู้เรื่อง การตรวจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงบริเวณทรวงอกขั้นพื้นฐาน เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้และฝึกปฏิบัติในหอผู้ป่วยวิกฤต

คำสำคัญ: ปอด; การตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงพื้นฐาน; ผู้ป่วยเวชบำบัดวิกฤต

ABSTRACT

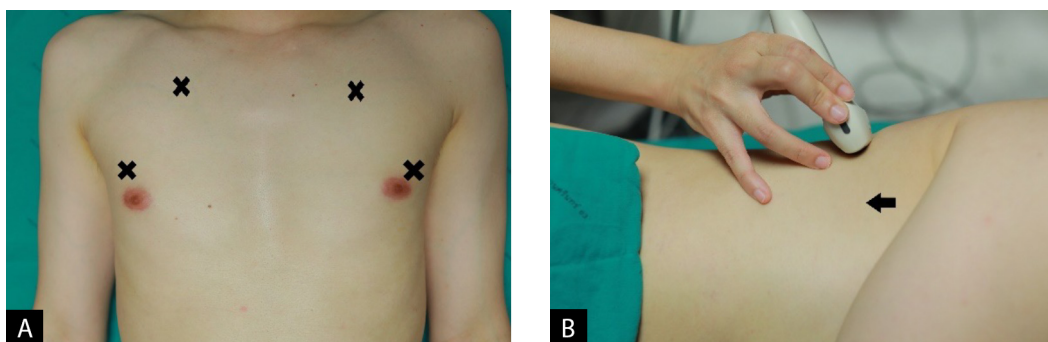
Nowadays, lung ultrasonography is a popular choice to diagnose critically ill patients with conditions such as pneumonia, atelectasis and pneumothorax because the ultrasonography has higher sensitivity and specificity than chest x-rays. The ultrasonography can be easily performed at the bedside and does not require patient transfers that may increase the opportunity of endotracheal tube and ventilator circuit dislodgement. Moreover, there is no radiation exposure associated with ultrasound. Lung ultrasonography is operator-dependent. therefore, knowledge, skill and experience are needed to improve the accuracy of the test. This review consists of the basic use of an ultrasound machine and lung ultrasonography for the diagnosis of common diseases in critically ill patients.

Keywords: lung; basic ultrasound; critically ill patients

บทนำ

ในอดีตการตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงในผู้ป่วยฉุกเฉินหรือผู้ป่วยวิกฤตมีเพียงแต่การตรวจบริเวณหัวใจ (echocardiography) และใช้ตรวจในทางสูติกรรมเท่านั้น จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1989 François Jardin ได้ริเริ่มนำการตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงในปอดมาใช้ในผู้ป่วยวิกฤต¹ lung sliding, A-lines ต่อมาในปี ค.ศ. 1991 ได้เริ่มมีการศึกษาประโยชน์ของการตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงบริเวณทรวงอกในผู้ป่วยวิกฤต โดย Lichtenstein² หลังจากที่ได้เริ่มมีการศึกษาอย่าง

แพร่หลายและพบว่าหัตถการดังกล่าวมีประโยชน์ ในปี ค.ศ. 2009 หน่วยงาน American College of Chest Physicians ร่วมกับ La Société de Réanimation de Langue Française ได้ออกประกาศรองรับการตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงในปอดเป็นอีกหนึ่งมาตรฐานในการดูแลผู้ป่วยวิกฤต³ ปัจจุบันได้มีการตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงในปอดอย่างแพร่หลายเนื่องจากเหตุผลหลายประการ เช่น สามารถทำได้อย่างรวดเร็ว ผู้ป่วยไม่ได้รับรังสี และความแม่นยำที่สูงกว่าการตรวจแบบมาตรฐานหลายอย่างด้วยกัน⁴



รูปที่ 1 (A) แสดงถึงตำแหน่งของ upper BLUE point ที่ตำแหน่ง intercostal space ที่ 2 ในแนว midclavicular line และ lower BLUE point ที่ตำแหน่ง intercostal space ที่ 5 หรือ 6 ในแนว lateral clavicular line (B) ลูกศรแสดงถึงตำแหน่งของ Phrenic point คือจุดตัดบริเวณ midaxillary line และ phrenic line และ ตำแหน่ง probe คือ PLAPS point คือ ตำแหน่งจุดตัดของ lower BLUE point และ posterior axillary line เพื่อใช้หาโรคของถุงลมหรือเยื่อหุ้มปอด

การจัดทำผู้ป่วย

ผู้ป่วยที่อยู่ในหอผู้ป่วยวิกฤตมักอยู่บนเตียง ดังนั้นผู้ป่วยมักจะอยู่ในท่านอนราบหรือท่านอนหัวสูง ขณะทำการหัตถการไม่ควรให้แขนของผู้ป่วยกีดขวางด้านข้างลำตัว และอาจจัดให้ผู้ป่วยอยู่ในท่าตะแคงข้างเพื่อสามารถทำการตรวจบริเวณด้านหลังได้^๑ **รูปที่ 1**

การเลือกอุปกรณ์

เครื่องตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงในปัจจุบันมักจะมีหัววัดมาตรฐาน 3 ชนิดด้วยกัน คือ linear, curvilinear และ phased-array ซึ่งหัววัดแต่ละชนิดจะมีข้อดี ข้อเสีย และความสามารถในการตรวจวัดแตกต่างกันไป^{2,4-7} เช่น หัววัดแบบ linear ที่มีความถี่สูง (8-12 เมกะเฮิร์ตซ์) สามารถแสดงภาพเส้นเยื่อหุ้มปอด (pleural line) ได้ดี แต่ไม่สามารถแสดงภาพที่อยู่ลึกได้ ในขณะที่หัววัดแบบ curvilinear ที่มีความถี่ต่ำ (3-5 เมกะเฮิร์ตซ์) สามารถแสดงภาพปอดในส่วนที่ลึกได้ดีกว่า สุดท้ายหัววัดแบบ phased-array (ความถี่ 2.5-5 เมกะเฮิร์ตซ์) สามารถแสดงภาพคลื่นเสียงความถี่สูงในทรวงอกได้ชัดเจนแทบทุกชนิด ยกเว้นเส้นเยื่อหุ้มปอด ที่มักจะเห็นได้ไม่ชัด

ในปัจจุบันยังไม่มีหลักฐานประจักษ์ว่าหัววัดชนิดใดมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน^{8,9} มีเพียงการศึกษานำร่องในปี 2018 โดย Bobbia และคณะ¹⁰ เปรียบเทียบการใช้หัวแต่ละชนิดพบว่า หัววัดแบบ phased array โดยเครื่องตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงแบบทั่วไป (conventional machine) และหัววัดแบบ linear โดยเครื่องตรวจแบบพกพา (portable machine) มีค่าความสอดคล้อง (concordance) ใกล้เคียงกับการตรวจด้วยการถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ (computed tomography) ทั้งนี้ต้องเป็นการตรวจโดยนักรังสีการแพทย์และรังสีแพทย์เท่านั้น นอกจากนี้ยังได้มีการแนะนำไว้ว่าหัววัดที่ออกแบบมาเฉพาะ คือ หัววัดแบบ micro-convex ที่ได้รับการออกแบบมาเฉพาะ โดยมีความถี่ต่ำ^{7,11} (5 เมกะเฮิร์ตซ์) หากใช้หัววัดแบบ micro-convex แนะนำให้จับหัววัดแบบจับปากกา จะทำให้หัววัดสัมผัสกับผู้ป่วยด้วยแรงที่ไม่มากเกินไป^๑

ภาพที่เห็นจากการทำคลื่นเสียงความถี่สูงบริเวณทรวงอก

สำหรับการตรวจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง สามารถแบ่งประเภทของภาพที่เห็นได้ 2 ประเภท คือ ภาพจริง (real images) และสิ่งแปลกปลอม (artifacts)^๑

ภาพจริง

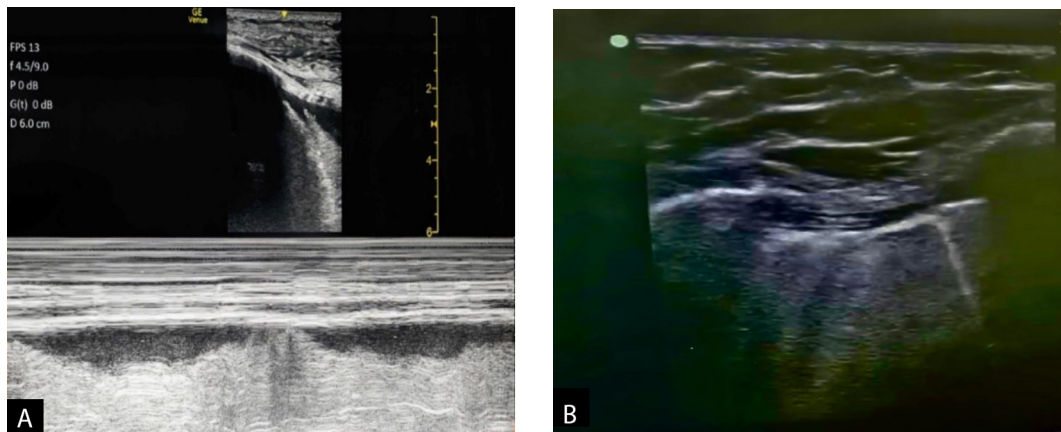
1. เส้นเยื่อหุ้มปอด ลักษณะเป็นเส้นสีขาวสว่าง (hyperechoic) วางในแนวนานกับหัววัด มักจะอยู่ใต้ต่อกระดูกซี่โครงประมาณ 0.5 เซนติเมตร^{8,12} บางกรณีอาจจะมองร่วมกับกระดูกซี่โครง โดยให้กระดูกซี่โครงเป็นปีกและเส้นเยื่อหุ้มปอดเป็นลำตัว คล้ายกับค้างคาว เรียกว่า bat sign

การเคลื่อนไหวของเส้นเยื่อหุ้มปอดไปพร้อมกับการหายใจมีชื่อเรียกว่า lung sliding แสดงว่าเยื่อหุ้มปอดชั้นนอก (parietal pleura) อยู่ติดกับเยื่อหุ้มปอดชั้นใน (visceral pleura)¹³ หากปรับภาพเข้าสู่ M-mode จะทำให้วิเคราะห์ภาพ lung sliding ได้ดียิ่งขึ้น โดยภาพแสดงจะเรียกว่า seashore sign^{4,14} หากไม่พบ lung sliding อาจจะตรวจพบ lung pulse หรือ T-line ได้^๑ เกิดจากการที่หัวใจเต้นและส่งการสั่นสะท้อนมายังปอด เมื่อปรับภาพเข้าสู่ M-mode จะพบเป็น stratosphere sign หรือ barcode sign^{4,8,15}

กรณีที่ผู้ป่วยมีภาวะโพรงเยื่อหุ้มปอดมีอากาศ (pneumothorax) สามารถตรวจพบ lung point ได้ เมื่อหัววัดอยู่กับที่และอยู่ใน M-mode จะเห็น seashore sign และ stratosphere sign สลับกัน ขณะหายใจเข้าปอดจะยุบมาสัมผัสกับเยื่อหุ้มปอดชั้นนอกจะเห็นเป็น seashore sign เมื่อหายใจออกปอดที่ยุบจะแยกออกจากเยื่อหุ้มปอดชั้นนอก จะเห็นเป็น stratosphere sign หรือ barcode sign^๑

2. ภาวะน้ำในช่องเยื่อหุ้มปอด (pleural effusion) มักเป็นภาพสีเทาจากหรือสีดำสนิทที่ล้อมรอบด้วยเยื่อหุ้มปอดหรือเงาของกระดูกซี่โครง บางครั้งสามารถเห็นเป็น quad sign ได้^๑ หากปรับภาพเข้าสู่ M-mode จะแสดงเป็นลักษณะ sinusoid sign^{8,13,15} ในกรณีที่ภาวะปอดแฟบจากการโดนน้ำในช่องเยื่อหุ้มปอดกดทับ (atelectasis) จะพบว่าเนื้อปอดมีการเคลื่อนที่พลิ้วไหวไปมา คล้ายกับแมงกะพรุน เรียกว่า jellyfish sign¹⁵ (**รูปที่ 2A**) ยังไม่มีหลักฐานสนับสนุนเพียงพอที่ใช้คลื่นเสียงความถี่สูงเพื่อใช้แยกประเภทของน้ำในช่องเยื่อหุ้มปอดว่าเป็นสิ่งซึมเยิ้มใส (transudate) หรือสิ่งซึมเยิ้มข้น (exudate)¹⁶

3. Lung consolidation คือภาวะที่เป็นความผิดปกติของของเหลวภายในปอดซึ่งสามารถเป็นได้ ตั้งแต่ เลือด สิ่งซึมเยิ้มใส หรือสิ่งซึมเยิ้มข้น ตำแหน่งที่ตรวจพบภาวะดังกล่าวได้บ่อยคือ PLAPS point โดยมีโอกาสพบได้สูงถึงร้อยละ 90¹⁵ และมากกว่าร้อยละ 98 มักจะอยู่ติดกับเยื่อหุ้มปอด¹⁵ ภาวะดังกล่าวสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทด้วยกัน



รูปที่ 2 (A) แสดง plural effusion รูปบน พบเนื้อปอดมีการเคลื่อนไหวไปมา เรียกว่า jellyfish sign รูปล่าง M-mode มีลักษณะเป็น sinusoid sign (B) แสดง multiple B line จากผู้ป่วย cardiogenic pulmonary edema

3.1 Non-translobar consolidation โดยธรรมชาติแล้ว consolidation ในผู้ป่วยวิกฤตมักจะมีขอบที่มีลักษณะขรุขระและอยู่ในภายในปอดที่มีลมเข้ามา จึงเห็นขอบที่แยกกับปอดจนกลายเป็น shred sign และมักจะมี comet tail sign ฟุ้งออกมาจากขอบที่ขรุขระของ consolidated lung⁸

3.2 Translobar consolidation ในกรณีที่ผู้ป่วยมี consolidation มาก ลำของคลื่นเสียงความถี่สูงจะกระทบกับถุงลมที่เต็มไปด้วยของเหลวและสะท้อนกลับมาจนทำให้ภาพที่เห็นมีลักษณะคล้ายเนื้อเยื่อหรือ tissue-like pattern หากภาพของปอดอยู่ในภาพเดียวกับตับ จะเห็นได้ว่าเนื้อเยื่อของปอดมีลักษณะคล้ายกับเนื้อเยื่อของตับหรือที่เรียกกันว่า hepatization ทั้งนี้ต้องระวังสับสนกับภาวะปอดแฟบที่อาจจะมิลักษณะคล้าย hepatization ด้วย ซึ่งสามารถแยกแยะระหว่าง consolidation และภาวะปอดแฟบได้โดยอาจใช้ dynamic bronchogram ที่จะกล่าวถัดไป⁸

4. Air/fluid bronchogram มีลักษณะเป็นเส้นสีขาวสว่างคล้ายกับกิ่งไม้อยู่ในปอด¹⁷ สามารถพบได้ใน non-translobar และ translobar consolidation¹⁵ หากพบว่าเป็น air bronchogram สามารถช่วยในการวินิจฉัยได้ว่าสาเหตุของ alveolar infiltration เกิดจากโรคปอดอักเสบ (pneumonia)^{13,18} และถ้าพบในลักษณะ dynamic bronchogram คือ air bronchogram ดังกล่าวนั้นมีการ

เปลี่ยนแปลงตามช่วงการหายใจเข้าและออก จะสามารถช่วยวินิจฉัยว่า consolidation ที่พบไม่ได้เกิดจากภาวะปอดแฟบ¹⁹

ภาพแปลกลม

1. A-line เป็นเส้นสีขาวสว่าง วางในแนวนอน (horizontal) เกิดจากคลื่นเสียงความถี่สูงสะท้อน (reverberation) ระหว่างหัววัดและเส้นเยื่อหุ้มปอด ดังนั้นระยะห่างของแต่ละเส้นจะมีระยะเท่ากับระยะห่างระหว่างหัววัดและเยื่อหุ้มปอด หากพบ A-line แสดงว่าได้เยื่อหุ้มปอดชั้นในมีสิ่งที่มีอัตราส่วนระหว่างก๊าซและปริมาตรสูง (high volume-gas ratio)⁸ เช่น เนื้อปอดปกติ เนื้อปอดที่ขยายตัวมากเกินไป (overinflation) หรือ ภาวะโพรงเยื่อหุ้มปอดมีอากาศ เป็นต้น

2. B-line เป็นเส้นสีขาวสว่าง เห็นได้ชัดเจน ลักษณะคล้ายหางของดาวหาง (comet-tail) เริ่มต้นจากเส้นเยื่อหุ้มปอดไปจนสุดขอบจอ เคลื่อนไหวไปพร้อมกับ การขยับของปอด สามารถทำให้ A-line หายไปได้ โดยปกติสามารถพบ B-line ได้ไม่เกิน 2 เส้นต่อ 1 ภาพ⁵ (มักพบบริเวณ lung bases) หากมี B-line มากกว่า 2 เส้นขึ้นไปสามารถเรียกว่า B-pattern ได้³ ในอดีตจะเรียกว่า lung rocket ซึ่งสัมพันธ์กับ interstitial syndrome (รูปที่ 2B) ถ้ามี B-line 3-4 เส้นจะสัมพันธ์กับการหนาตัวของ subpleural lobar septa ซึ่งแตกต่างจาก ภาวะปอดบวมน้ำที่มีสาเหตุมาจากหัวใจ

ตารางที่ 1 แสดงถึงความหมายของ profile ต่าง ๆ ใน BLUE protocol^{6,23}

Profile	ความหมาย
A-profile	มี A-line ร่วมกับ lung sliding
A'-profile	มี A-line ร่วมกับไม่พบ lung sliding สัมพันธ์กับภาวะโพรงเยื่อหุ้มปอดมีอากาศ
B-profile	มี B-line ร่วมกับ lung sliding สัมพันธ์กับภาวะปอดบวมน้ำ (pulmonary edema) โดยสามารถแยกถึงสาเหตุของการเกิดภาวะดังกล่าวได้ดังตารางที่ 3
B'-profile	มี B-line ร่วมกับไม่พบ lung sliding สัมพันธ์กับโรคปอดอักเสบ
A/B-profile	ตรวจพบทั้ง A และ B-profile ในปอดข้างเดียวกัน สัมพันธ์กับโรคปอดอักเสบ
C-profile	ตรวจพบ anterior lung consolidation สัมพันธ์กับโรคปอดอักเสบ
A-DVT-profile	มี A-profile ร่วมกับตรวจพบ DVT สัมพันธ์กับภาวะลิ่มเลือดอุดตันในปอด (pulmonary embolism)
A-no-V-PLAPS-profile	มี A-profile ร่วมกับไม่พบ DVT แต่พบความผิดปกติที่ PLAPS point
Nude profile	มี A-profile ร่วมกับไม่พบ DVT และไม่พบความผิดปกติที่ PLAPS point

DVT = deep vein thrombosis; V-PLAPS = Vein - posterolateral alveolar and/or pleural syndrome

ตำแหน่ง anterior BLUE-point มี lung sliding หรือไม่					
มี			มีบางตำแหน่ง	ไม่มี	
B-profile = pulmonary edema	A-profile ทำ Sequential venous analysis		A/B-profile+ C-profile = pneumonia	B'-profile = pneumonia	A'-profile
	Thrombosis vein = pulmonary embolism	Free veins with PLAPS = pneumonia			With lung point = pneumothorax
		Free veins without PLAPS = COPD or Asthma			Without lung point = Need other investigations

PLAPS = posterolateral alveolar and/or pleural syndrome; COPD = chronic obstructive pulmonary disease

รูปที่ 3 แสดงแนวทางวินิจฉัยโรคโดยใช้การตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงบริเวณทรวงอกตาม BLUE protocol; A-profile คือ ปอดทั้งสองข้างที่มี A lines ร่วมกับ lung sliding, A'-profile คือ A-profile ที่ไม่มี lung sliding และ lung point, B-profile คือ ปอดทั้งสองข้างที่มี B lines และ lung sliding, B'-profile คือ B lines ที่ไม่มี lung sliding, A/B-profile คือ ปอดที่มี B lines เติบโตในด้านใดด้านหนึ่ง และ อีกด้านหนึ่งส่วนใหญ่พบ A lines, C-profile คือ alveolar consolidation ที่พบในตำแหน่ง anterior chest, PLAPS คือ โรคของถุงลมหรือเยื่อหุ้มปอด ที่พบในตำแหน่ง lateral หรือ posterior chest, sequential venous analysis คือ การใช้ ultrasound probe เพื่อหา deep venous thrombosis โดยมองหาลักษณะ intraluminal thrombosis หรือ ไม่มี compressibility บริเวณตำแหน่งต่าง ๆ เช่น femoral veins, popliteal veins

ตารางที่ 2 แสดงถึงความแม่นยำของการใช้ BLUE protocol ในการวินิจฉัยโรคต่าง ๆ¹⁸

ความผิดปกติ	Profile ที่ใช้	ความแม่นยำ (Sensitivity) %	ความจำเพาะ (Specificity) %	ค่าทำนายผลบวก (LR+) %	ค่าทำนายผลลบ (LR-) %
Acute pulmonary edema	B-profile	97.0	95	87	99.0
Exacerbated COPD or severe asthma	Nude profile	89.0	97	93	95.0
Pulmonary embolism	A-DVT-profile	81.0	99	94	98.0
Pneumothorax	A'-profile ร่วมกับ lung point	88.0	100	100	99.0
Pneumonia	B'-profile	11.0	100	100	70.0
	A/B-profile	14.5	100	100	71.5
	C-profile	21.5	99	90	73.0
	A-no-V-PLAPS profile	42.0	96	83	78.0
	The four profile	89.0	94	88	95.0

COPD = chronic obstructive pulmonary disease; LR = likelihood ratio

ตารางที่ 3 แสดงถึงความแตกต่างในการตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงระหว่างภาวะปอดบวมน้ำจากหัวใจและภาวะปอดบวมน้ำจากปอด²⁰

ภาวะปอดบวมน้ำจากหัวใจ	ภาวะปอดบวมน้ำจากปอด
พบ B-line แบบทั่วไป (สีขาวสว่าง) และเส้นมีการเอียงได้	พบ B-line ลักษณะไม่ชัด มีความจางของเส้นอาจจะพบเป็นกลุ่มก้อนได้ และมักจะเป็นตรง
เส้นเยื่อหุ้มปอดเรียบ	เส้นเยื่อหุ้มปอดขรุขระ
พบ lung sliding ได้มาก	พบ lung sliding ลดลง
เป็นทั้งปอด ไม่มีการข้ามจุด	พบเพียงจุดเดียวหรือหลายจุดของปอด
ไม่พบ consolidation หรือก้อนที่เยื่อหุ้มปอด (pleural nodule)	พบ consolidation หรือก้อนที่เยื่อหุ้มปอด

(cardiogenic pulmonary edema) (ตารางที่ 3) และตั้งแต่ 5 เส้นขึ้นไปร่วมกับปอดมีลักษณะ ground glass จะสัมพันธ์กับ interstitial syndrome ระดับรุนแรง²⁰ หากการวางหัววัดในแนวตั้งไม่สามารถเห็น B-line ได้ชัด สามารถปรับการวางหัววัดในแนวนอนเพื่อภาพที่ชัดขึ้นได้เช่นกัน¹¹

3. E-line เป็นเส้นตรงสีขาวในแนวตั้ง พบได้ในภาวะที่มีลมใต้ชั้นผิวหนัง (subcutaneous emphysema) มักจะสัมพันธ์กับ B-line แต่เส้นดังกล่าวจะไม่เริ่มต้นจากเส้นเยื่อหุ้มปอด และไม่เคลื่อนที่ไปพร้อมกับการหายใจ สามารถบ่งชี้เส้นเยื่อหุ้มปอดและกระดูกซี่โครงได้ ทำให้ไม่พบ bat sign^{21,22}

4. Z-line ส่วนมากมักจะสัมพันธ์กับ B-line มีข้อแตกต่างจาก B-line อยู่ทั้งหมด 5 ประการด้วยกัน คือ เส้นไม่ชัด ไม่ใช่เส้นสีขาวเข้ม เส้นขนาดสั้น ไม่เคลื่อนที่ตามการหายใจ และไม่สามารถทำให้ A-line หายไปได้^{8,22}

การประยุกต์นำไปใช้

ภาพหรือ sign เพียงอย่างเดียวอาจไม่ช่วยในการวินิจฉัยสาเหตุที่ทำให้ผู้ป่วยมีภาวะหายใจล้มเหลวได้โดยตรง ปัจจุบันได้มีการนำภาพต่าง ๆ รวมกันเป็น profile และนำไปต่อยอดจนกลายเป็นระเบียบการ (protocol) เพื่อความง่าย

ของการวินิจฉัยภาวะผิดปกติภายในปอด ซึ่งระเบียบการที่นิยมนำมาใช้ได้แก่ BLUE protocol ของ Lichtenstein¹ และของ Mojoli⁸

BLUE protocol

ระเบียบการดังกล่าวได้มีการนำภาพต่าง ๆ มารวมกันเป็น profile ดังตารางที่ 1 และมีแนวทางในการวินิจฉัยความผิดปกติดังรูปที่ 3 โดยมีความแม่นยำของ profile ต่าง ๆ ดังตารางที่ 2

การให้อากาศในปอด (lung aeration)

ในปี 2010 และ 2012 ได้มีการศึกษานอกวางกาย (ex vivo)²⁴ และในร่างกาย (in vivo)²⁵ พบว่าเมื่อปอดมีการให้อากาศลดลงจะทำให้ A-line ลดลงและ B-line เพิ่มขึ้น ในกรณีที่ไม่มี การให้อากาศในปอดเลยจะพบว่าลักษณะที่พบจะเป็นแบบ tissue-like pattern จึงได้มีการศึกษา²⁶⁻²⁸ เพื่อประเมินความรุนแรงออกมาในรูปแบบคะแนน (aeration score) ดังรูปที่ 3²⁵ สามารถแบ่งคะแนนออกเป็น 0 ถึง 3 คะแนน โดยคะแนน 0 หมายถึง ตรวจพบ A-line หรือพบ B-line ไม่เกิน 2 เส้น หมายถึงปอดที่มีการให้อากาศในปอดปกติ คะแนน 1 หมายถึง ตรวจพบ B-line ตั้งแต่ 3 เส้นขึ้นไป หมายถึงมีการให้อากาศในปอดระดับปานกลาง คะแนน 2 หมายถึง ตรวจพบการรวมตัวกันของ B-line จำนวนมาก (มากกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่) หมายถึงมีการสูญเสียการให้อากาศในปอดระดับรุนแรง และคะแนน 3 หมายถึง ตรวจพบ tissue-like pattern หมายถึงการสูญเสียการให้อากาศในปอดอย่างสมบูรณ์ ตำแหน่งที่ใช้ตรวจมีอยู่ด้วยกัน 6 จุดต่อหน้าอกแต่ละข้าง²⁹ ดังนั้นคะแนนรวมของปอดแต่ละข้างจะอยู่ที่ 0 (ปอดทุกส่วนมีการให้อากาศในปอดได้ดี) ถึง 36 คะแนน (ปอดทุกส่วนเป็น consolidation) แนะนำให้ใช้หัววัดตรวจในแนวนอน (transverse scan) เนื่องจากสามารถเห็นภาพได้กว้างกว่าจึงเหมาะกับการตรวจวัดเชิงปริมาณ³⁰

นอกจากประเมินถึงความรุนแรงแล้ว มีการศึกษาที่ตรวจหลังทำ spontaneous breathing trial หากคะแนนมากกว่า 17 จะมีแนวโน้มของ post-extubation distress สูง และหากคะแนนน้อยกว่า 13 จะมีแนวโน้มหายาเครื่องช่วยหายใจ (weaning) ได้สำเร็จ²⁸

ข้อจำกัด

การตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงมีข้อจำกัด คือ เป็น operator-dependent นอกจากนี้ผู้ที่ใช้ต้องได้รับการเรียนเพื่อใช้เครื่องมือและแปลผลของภาพ หากเป็นการวินิจฉัยง่าย ๆ เช่น ภาวะโพรงเยื่อหุ้มปอดมีอากาศ จากการศึกษาในแพทย์ประจำบ้านสาขาวิสัญญีวิทยา พบว่าใช้เวลาศึกษาออนไลน์เพียง 5 นาที สามารถใช้เครื่องมือดังกล่าวในการวินิจฉัยได้³¹ หรือภาวะน้ำในช่องเยื่อหุ้มปอด นอกจากนี้มีการศึกษาในแพทย์ประจำบ้านสาขาเวชบำบัดวิกฤต³¹ พบว่าใช้เวลาเพียง 2-3 ชั่วโมงในการเรียนทฤษฎีและปฏิบัติ สามารถวินิจฉัยภาวะดังกล่าวได้ แต่หากเป็นการวินิจฉัยขั้นสูง เช่น การตรวจเพื่อคำนวณคะแนน มีการศึกษาว่าต้องทำการตรวจอย่างน้อย 25 ครั้งถึงจะมีค่าความสอดคล้องที่ยอมรับได้³²

สำหรับคุณภาพของการตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงในปอดขึ้นอยู่กับ การส่งสัญญาณภาพผ่านชั้นหน้าอกไปยังปอด หากมีสิ่งที่ไม่ให้สัญญาณภาพทะลุไปยังปอดจะทำให้ภาพที่ไม่ดี เช่น ภาวะที่มีลมใต้ชั้นผิวหนัง หรือมีผ้าปิดแผลบริเวณหน้าอก เป็นต้น

สรุป

การตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงบริเวณทรวงอกเป็นหัตถการที่สามารถทำข้างเดียวได้ง่ายและมีข้อดีหลายประการสามารถช่วยให้แพทย์วินิจฉัยสาเหตุของความผิดปกติที่ทำให้ผู้ป่วยมีอาการหายใจเหนื่อยหรือไม่สบายได้ ในอนาคตศาสตร์ดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะถูกนำมาใช้ เป็นความรู้พื้นฐานแก่แพทย์เวชบำบัดวิกฤต เนื่องด้วยความสะดวก เข้าถึงได้ง่าย และความแม่นยำของการตรวจคลื่นเสียงความถี่สูง

เอกสารอ้างอิง

1. Lichtenstein DA. BLUE-protocol and FALLS-protocol: two applications of lung ultrasound in the critically ill. *Chest* 2015;147:1659-70.
2. Lichtenstein D, Axler O. Intensive use of general ultrasound in the intensive care unit. *Intensive Care Med* 1993;19:353-5.
3. Mayo PH, Beaulieu Y, Doelken P, Feller-Kopman D, Harrod C, Kaplan A, et al. American College of Chest Physicians/ La Société de Réanimation de Langue Française statement on competence in critical care ultrasonography. *Chest* 2009;135:1050-60.

4. Hendin A, Koenig S, Millington SJ. Better with ultrasound. *Chest* 2020;158:2082–9.
5. Miller A. Practical approach to lung ultrasound. *BJA Educ* 2016;16:39–45.
6. Miller A. Lung ultrasound, sonoanatomy, and standard views [monograph on the Internet]. Oxford: Oxford University Press; 2019 [cited 2022 Feb 23]. Available from: <https://oxfordmedicine.com/view/10.1093/med/9780198749080.001.0001/med-9780198749080-chapter-14>.
7. Bouhemad B, Mongodi S, Via G, Rouquette I. Ultrasound for “lung monitoring” of ventilated patients. *Anesthesiology* 2015;122:437–47.
8. Mojoli F, Bouhemad B, Mongodi S, Lichtenstein D. Lung ultrasound for critically ill patients. *Am J Respir Crit Care Med* 2019;199:701–14.
9. Smit MR, de Vos J, Pisani L, Hagens LA, Almondo C, Heijnen NFL, et al. Comparison of linear and sector array probe for handheld lung ultrasound in invasively ventilated icu patients. *Ultrasound Med Biol* 2020;46:3249–56.
10. Bobbia X, Chabannon M, Chevallier T, Coussaye JE de L, Lefrant JY, Pujol S, et al. Assessment of five different probes for lung ultrasound in critically ill patients: A pilot study. *Am J Emerg Med* 2018;36:1265–9.
11. Koenig S, Mayo P, Volpicelli G, Millington SJ. Lung ultrasound scanning for respiratory failure in acutely ill patients. *Chest* 2020;158:2511–6.
12. Lichtenstein D. Lung ultrasound in the critically ill. *Curr Opin Crit Care* 2014;20:315–22.
13. Shrestha GS, Weeratunga D, Baker K. Point-of-care lung ultrasound in critically ill patients. *Rev Recent Clin Trials* 2018;13:15–26.
14. Steppan J, Diaz-Rodriguez N, Barodka VM, Nyhan D, Pullins E, Houston T, et al. Focused review of perioperative care of patients with pulmonary hypertension and proposal of a perioperative pathway. *Cureus* [serial on the Internet]. 2018 Jan 15 [cited 2021 Sep 6]; 10(1): e2072. Available from: <https://www.cureus.com/articles/10247-focused-review-of-perioperative-care-of-patients-with-pulmonary-hypertension-and-proposal-of-a-perioperative-pathway>.
15. Volpicelli G, Mayo P, Rovida S. Focus on ultrasound in intensive care. *Intensive Care Med* 2020;46:1258–60.
16. Shkolnik B, Judson MA, Austin A, Hu K, D'Souza M, Zumbunn A, et al. Diagnostic accuracy of thoracic ultrasonography to differentiate transudative from exudative pleural effusion. *Chest* 2020;158:692–7.
17. Marini C, Fragasso G, Italia L, Sisakian H, Tufaro V, Ingallina G, et al. Lung ultrasound-guided therapy reduces acute decompensation events in chronic heart failure. *Heart* 2020;106:1934–9.
18. Touw HRW, Tuinman PR. Lung ultrasound: routine practice for the next generation of internists. *Neth J Med* 2015;73:8.
19. Peck M, Macnaughton, P. Focused intensive care ultrasound [monograph on the Internet]. Oxford: Oxford University Press; 2019 [cited 2022 Feb 23]. Available from: <https://oxfordmedicine.com/view/10.1093/med/9780198749080.001.0001/med-9780198749080>.
20. Lichtenstein D, Mezière G. A lung ultrasound sign allowing bedside distinction between pulmonary edema and COPD: the comet-tail artifact. *Intensive Care Med* 1998;24:1331–4.
21. Wongwaisayawan S, Suwannanon R, Sawatmongkorngul S, Kaewlai R. Emergency Thoracic US: The Essentials. *Radio Graphics* 2016;36:640–59.
22. Francisco Neto MJ, Rahal Junior A, Vieira FAC, Silva PSD da, Funari MB de G. Advances in lung ultrasound. *Einstein São Paulo* 2016;14:443–8.
23. Gargani L. Ultrasound of the Lungs. *Heart Fail Clin* 2019;15:297–303.
24. Soldati G, Inchingolo R, Smargiassi A, Sher S, Nenna R, Inchingolo CD, et al. Ex vivo lung sonography: morphologic-ultrasound relationship. *Ultrasound Med Biol* 2012;38:1169–79.
25. Via G, Lichtenstein D, Mojoli F, Rodi G, Neri L, Storti E, et al. Whole lung lavage: a unique model for ultrasound assessment of lung aeration changes. *Intensive Care Med* 2010;36:999–1007.
26. Bouhemad B, Liu Z-H, Arbelot C, Zhang M, Ferarri F, Le-Guen M, et al. Ultrasound assessment of antibiotic-induced pulmonary reaeration in ventilator-associated pneumonia. *Crit Care Med* 2010;38:84–92.
27. Bouhemad B, Brisson H, Le-Guen M, Arbelot C, Lu Q, Rouby J-J. Bedside Ultrasound Assessment of Positive End-Expiratory Pressure-induced Lung Recruitment. *Am J Respir Crit Care Med* 2011;183:341–7.
28. Soummer A, Perbet S, Brisson H, Arbelot C, Constantin J-M, Lu Q, et al. Ultrasound assessment of lung aeration loss during a successful weaning trial predicts postextubation distress. *Crit Care Med* 2012;40:2064–72.
29. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW, et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med* 2012;38:577–91.

30. Chiumello D, Mongodi S, Algieri I, Vergani GL, Orlando A, Via G, et al. Assessment of Lung Aeration and Recruitment by CT Scan and Ultrasound in Acute Respiratory Distress Syndrome Patients. *Crit Care Med* 2018;46:1761–8.
31. Monastesse A, Girard F, Massicotte N, Chartrand-Lefebvre C, Girard M. Lung Ultrasonography for the Assessment of Perioperative Atelectasis: A Pilot Feasibility Study. *Anesth Analg* 2017;124:494–504.
32. Mirabile C, Malekzadeh-Milani S, Vinh TQ, Haydar A. Intraoperative hypoxia secondary to pneumothorax: The role of lung ultrasound. *Pediatr Anesth* 2018;28:468–70.