
ภาพวินิจฉัยทางรังสีวิทยาในโควิด-19

ศรสุภา ลิ้มเจริญ (พ.บ.) และ จิตรพร อินทรารักษ์ (พ.บ.)

สาขารังสีวิทยาและเวชศาสตร์นิวเคลียร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

บทคัดย่อ

โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนาชนิดใหม่ (COVID-19) เป็นโรคอุบัติใหม่ที่มีการระบาดเป็นวงกว้างทั่วโลก ผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนาส่วนใหญ่มีอาการทางระบบทางเดินหายใจ ภาพวินิจฉัยทางรังสีวิทยาทั้ง ภาพรังสีทรวงอก (Chest Radiograph) และภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (Computed Tomography) จึงมีบทบาทสำคัญ บทความนี้ได้ทบทวนข้อบ่งชี้หรือการเลือกใช้เครื่องมือทางรังสีวิทยาและความผิดปกติที่พบได้ในภาพวินิจฉัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

คำสำคัญ โควิด-19 ภาพรังสีทรวงอก ภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ ภาพคลื่นเสียงความถี่สูง ปอดอักเสบ

ผู้นิพนธ์ที่รับผิดชอบ

ศรสุภา ลิ้มเจริญ

สาขารังสีวิทยาและเวชศาสตร์นิวเคลียร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ชลบุรี ประเทศไทย

E-mail: sornsupha@yahoo.com

Imaging in COVID-19

Sornsupha Limchareon (M.D.) and Jitraporn Intrarak (M.D.)

Division of Radiology and Nuclear Medicine, Faculty of Medicine, Burapha University

Abstract

A novel corona virus disease (COVID-19) is an emerging disease that spreads widely and rapidly. Most of the patients present with respiratory tract symptoms. Thus imaging either chest radiograph or computed tomography of the chest has an important role. This article reviewed the indication or choice of imaging, and presented the imaging abnormalities that can be found in this disease.

Keywords COVID-19, chest radiograph, computed tomography, ultrasound, pneumonia

Corresponding author

Sornsupha Limchareon

Division of Radiology and Nuclear Medicine, Faculty of Medicine,
Burapha University, Chonburi, Thailand

E-mail: sornsupha@yahoo.com

บทนำ

โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนาชนิดใหม่ หรือที่องค์การอนามัยโลกบัญญัติชื่อว่า โควิด-19 เป็นโรคอุบัติใหม่ โดยเริ่มกำเนิดจากเมืองอู่ฮั่นประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน เมื่อเดือนธันวาคม 2019 และแพร่ขยายเป็นวงกว้างทั่วโลกอย่างรวดเร็ว องค์การอนามัยโลกให้คำจำกัดความของโรคนี้อีกครั้งเมื่อเดือนมีนาคม 2020 ว่าเป็นโรคระบาดใหญ่ทั่วโลก (pandemic) ณ ปัจจุบันมีผู้ติดเชื้อทั่วโลก 2,475,400 คน เสียชีวิต 179,069 คน (ข้อมูลวันที่ 21 เมษายน 2020) โดยผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนาชนิดใหม่นี้ส่วนใหญ่มีอาการทางระบบทางเดินหายใจ ตั้งแต่ ไข้ ไอเล็กน้อย ปวดอักเสบ หรืออาจรุนแรงจนถึงภาวะการหายใจล้มเหลวและเสียชีวิตได้ ภาพวินิจฉัยทางรังสีวิทยาจึงมีบทบาทสำคัญทั้งในการช่วยวินิจฉัย ติดตามการรักษา และช่วยพยากรณ์โรค และเนื่องจากเป็นโรคอุบัติใหม่ บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนการเลือกใช้เครื่องมือทางรังสีวิทยาและความผิดปกติที่พบในภาพวินิจฉัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโรคโควิด-19

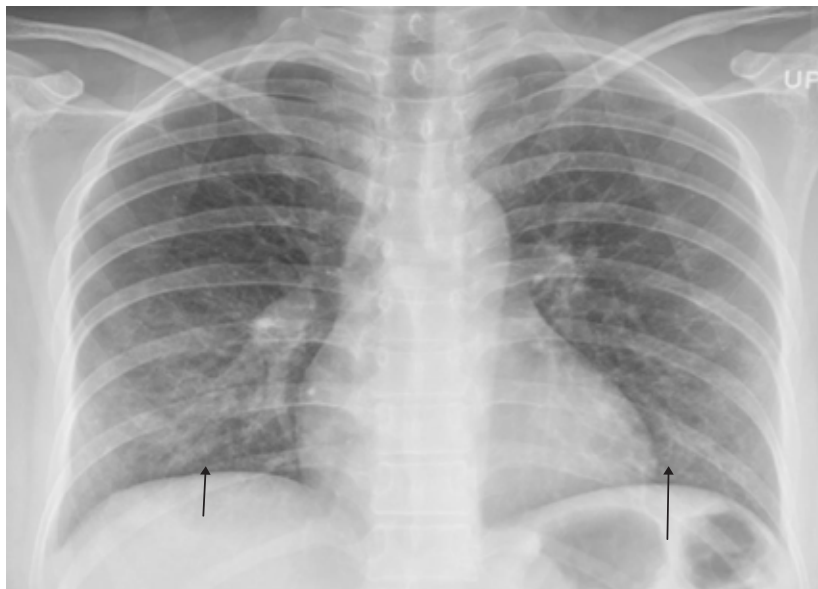
ระบบทางเดินหายใจ

ภาพรังสีทรวงอก (Chest Radiograph) และภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (Computed Tomography)

เนื่องจากภาพรังสีทรวงอกมีความไวต่ำ (sensitivity 25%)¹ บางสถาบันจึงไม่แนะนำให้ใช้

เป็นเครื่องมือวินิจฉัยทางรังสีวิทยาอันดับแรก² ในบางรายงานแนะนำให้ใช้เอกซเรย์คอมพิวเตอร์เป็นอันดับแรกในกรณีที่สงสัยติดเชื้อไวรัสโควิด-19 ในพื้นที่ที่มีการระบาดสูง³ ในขณะที่บางสถาบันยังคงใช้ภาพรังสีทรวงอกเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจวินิจฉัยทางการแพทย์อย่างครบถ้วน⁴ บางสถาบันแนะนำให้เลือกใช้ภาพรังสีทรวงอก เฉพาะในผู้ป่วยหนักหรือสงสัยเป็นโรคอื่น⁵ ใช้เอกซเรย์คอมพิวเตอร์ก็ต่อเมื่อภาพรังสีทรวงอกปกติหรือมีความสงสัยไม่แน่ใจว่าเป็นโรคอื่น⁶⁻⁷ ทั้งนี้การเลือกใช้เครื่องมือวินิจฉัยทางรังสีวิทยามีความหลากหลายขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย อาทิเช่น จำนวนเจ้าหน้าที่ที่ขึ้นปฏิบัติงาน ปริมาณผู้ป่วยต่อหน่วยเวลา จำนวนเครื่องมืออุปกรณ์ที่มีในโรงพยาบาล เพราะเนื่องจากหลังจากทำเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ในผู้ป่วยโควิด-19 แล้วจะต้องทำความสะอาดและปล่อยให้อากาศไหลเวียนอย่างน้อย 30 นาที จึงจะสามารถทำผู้ป่วยรายต่อไปได้⁸

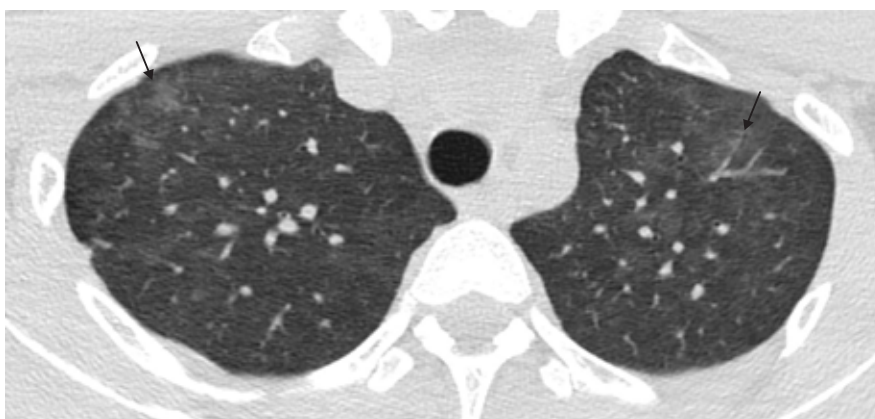
ความผิดปกติในภาพรังสีทรวงอกที่พบได้บ่อยซึ่งใช้ยึดถือเป็นแบบฉบับ (typical pattern) ในระยะแรก ๆ ที่มีการรายงานจากประเทศจีนคือ เป็นรอยโรคในถุงลม (alveolar opacity) ไม่ว่าจะป็นฝ้าจาง (ground glass opacity, GGO) (รูปที่ 1) หรือเป็นฝ้าทึบ (consolidation) โดยมีการกระจายอยู่ที่ปอดทั้งสองข้าง พบที่ปอดกลีบล่างมากกว่ากลีบบน⁹⁻¹⁰ ต่อมาเมื่อมีการระบาดไปทั่วโลก รายงานจากประเทศฝั่งตะวันตก พบรอยโรคชนิด interstitial opacity (เป็นเส้น ๆ) มากกว่า alveolar opacity¹¹



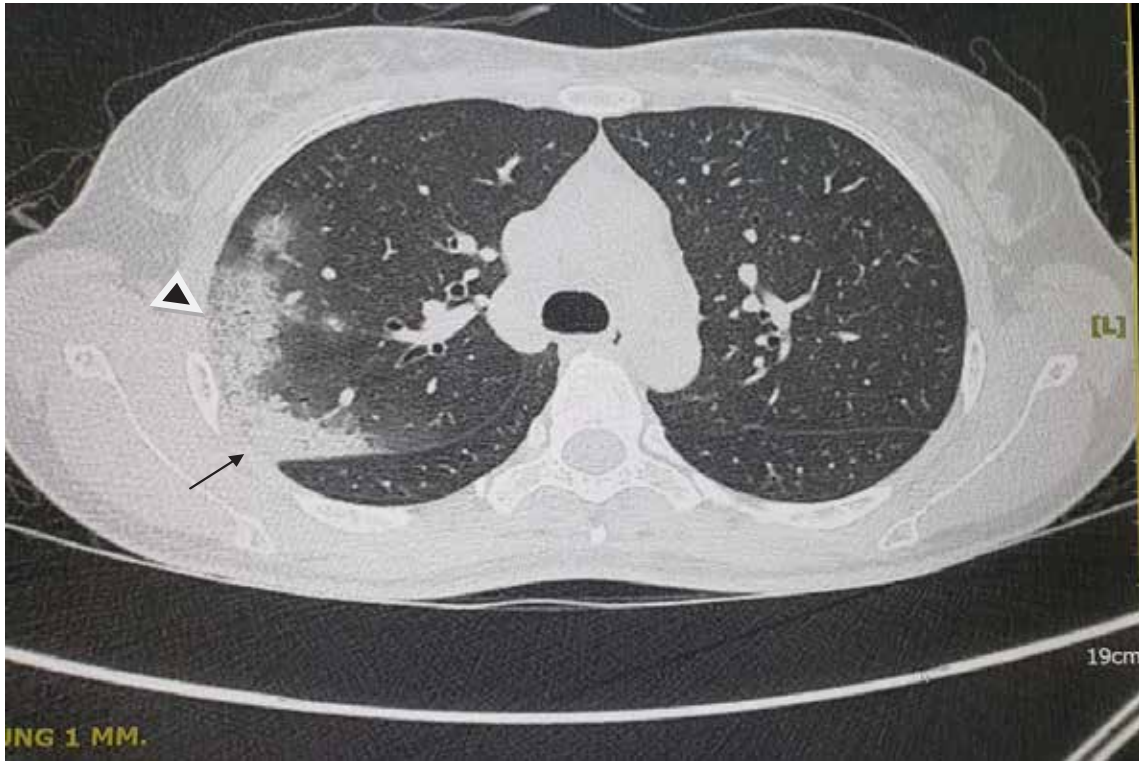
รูปที่ 1 รังสีทรวงอกแสดงรอยโรคในถุงลม (alveolar opacity) เป็นฝ้าจาง (ground glass opacity) โดยมีการกระจายอยู่ที่ปอดกลีบล่างทั้งสองข้าง (ลูกศรชี้)

ความผิดปกติในภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ของปอดเป็นเช่นเดียวกับภาพรังสีทรวงอกแต่มีความไวมากกว่า โดยเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ให้ความไวถึงร้อยละ 84-99 ขึ้นอยู่กับระยะเวลาการเจ็บป่วย^{3,9,12-13} ในบางรายงานจึงแนะนำให้ใช้การเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ปอดเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งในการคัดกรองวินิจฉัยโรคโควิด-19¹² เนื่องจากการส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการเสียเวลามากกว่า นอกจากนั้นหลายสถาบันใช้การเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ปอดในการประเมินความรุนแรงของโรค และติดตามการรักษา¹⁴

ลักษณะของความผิดปกติในเนื้อปอดที่พบได้จากภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ที่พบได้บ่อยคือ GGO พบได้ ร้อยละ 28-100^{3,12,15} (รูปที่ 2) consolidation พบได้ ร้อยละ 50³ (รูปที่ 3) mixed pattern พบได้ ร้อยละ 49-71^{12,16} (รูปที่ 3) ที่พบได้ไม่บ่อยคือ crazy paving pattern พบได้ ร้อยละ 24¹³ (รูปที่ 3) thickening of interlobular septa/reticulation (ร้อยละ 1-6)^{3,13} น้ำในช่องเยื่อหุ้มปอดพบได้น้อย (ร้อยละ 1-7)^{12-13,16} และไม่พบต่อมน้ำเหลืองกลางทรวงอกโต^{12-13,16}



รูปที่ 2 เอกซเรย์คอมพิวเตอร์ของปอดแสดงลักษณะ Ground glass opacity กระจายเป็นหย่อม ๆ (ลูกศรชี้) พบที่ขอบชายปอดเด่นกว่าด้านในปอด



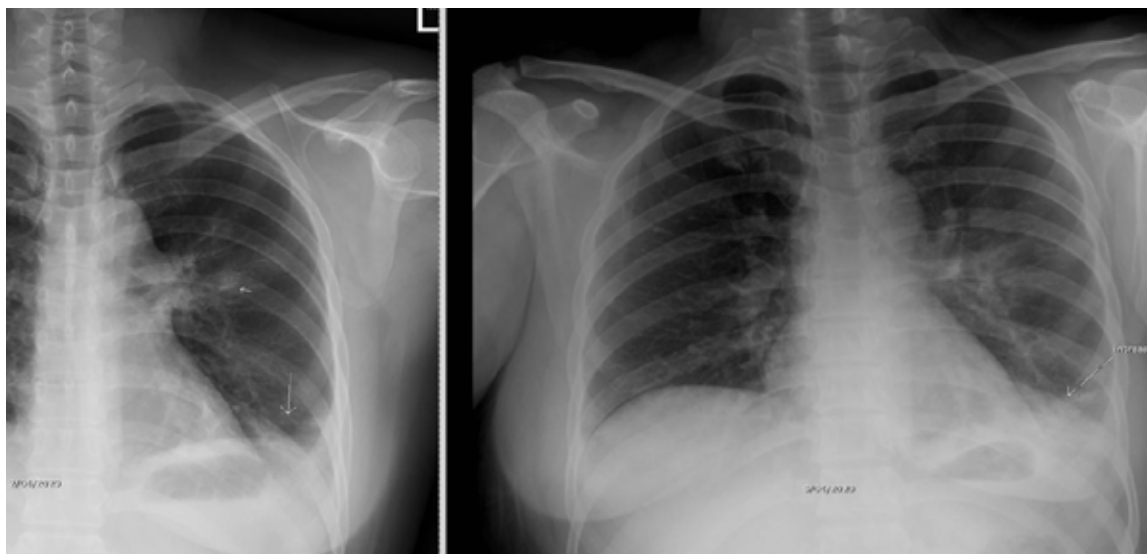
รูปที่ 3 เอกซเรย์คอมพิวเตอร์ของปอด แสดงลักษณะ Mixed pattern ประกอบด้วย consolidation (ลูกศรชี้) ด้านหลัง (posterior) และ crazy paving pattern (หัวลูกศร) ด้านข้าง (lateral) รอยโรคพบที่ขอบชายปอด

ตำแหน่งในปอดที่พบได้บ่อยคือ เป็นที่ขอบชายปอด ร้อยละ 67-89^{12-13,15-16} เป็นมากกว่า 1 กลีบของปอด (ร้อยละ 81-93)^{12,15} เป็นที่ปอดทั้งสองข้าง (ร้อยละ 59-91)^{12-13,15-17} พบที่ปอดส่วนหลังมากกว่าส่วนหน้า (ร้อยละ 93)^{15,18} และพบที่ปอดส่วนล่างมากกว่าส่วนบน¹⁷⁻¹⁸ กลีบปอดล่างขวาพบมากที่สุด (ร้อยละ 93)^{15-16,18}

ผู้ป่วยปอดอักเสบโควิด-19ที่มีอาการรุนแรงมากจะพบ crazy-paving patterns (OR = 15.3, 95% CI = 2.6–89.5) (รูปที่ 3) และ air bronchogram (OR = 41.8, 95% CI = 5.9–298.4) มากกว่าผู้ป่วยปอดอักเสบโควิด-19 ที่ไม่มีอาการรุนแรง¹⁹ อย่างไรก็ตามความผิดปกติเหล่านี้สามารถพบได้ในโรคปอดอักเสบชนิดอื่นๆ^{9,20} ทำให้เอกซเรย์คอมพิวเตอร์มี

ความจำเพาะต่ำ (ร้อยละ 53-56)^{12,15} แต่ Chen และคณะ²¹ ได้ศึกษาเปรียบเทียบความผิดปกติในภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ของผู้ป่วยปอดอักเสบโควิด-19 กับผู้ป่วยปอดอักเสบอื่นๆ ที่ไม่ใช่โควิด-19 พบว่า GGO และ/หรือ consolidation ที่ขอบชายปอด และขนาดของรอยโรค 1-3 ซม. พบในผู้ป่วยปอดอักเสบโควิด-19 มากกว่าผู้ป่วยปอดอักเสบอื่นๆ ที่ไม่ใช่โควิด-19 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้อง

ลักษณะสำคัญอีกอย่างหนึ่งที่พบในภาพรังสีทรวงอกหรือภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ของผู้ป่วยปอดอักเสบโควิด-19 คือจะมีการเปลี่ยนแปลงของความผิดปกติทั้งรูปแบบและจำนวนปอดที่เป็นมากขึ้นเรื่อยๆ และจะมากที่สุดประมาณวันที่ 6-11 หลังเริ่มป่วย^{13,17} (รูปที่ 4)



รูปที่ 4 รังสีทรวงอกครั้งแรก (ซ้าย) แสดงลักษณะ Mixed ground glass opacity and reticular opacity กระจายเป็นหย่อม ๆ (ลูกศรชี้) ที่ซั้วปอดซ้าย และกลีบกลางซ้ายร่วมกับมีน้ำในช่องเยื่อหุ้มปอดซ้าย เล็กน้อย การติดตามภาพรังสีทรวงอก 3 วันต่อมา (ขวา) พบความผิดปกติมากขึ้น (ลูกศรชี้)

Pan และคณะ¹⁷ได้แบ่งระยะของความผิดปกติ ในภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ของผู้ป่วยปอดอักเสบ โควิด-19 ที่หายป่วยเป็น 4 ระยะ คือ 1. ระยะแรก (0-4 วัน) จะพบ GGO เป็นส่วนใหญ่ 2. ระยะสอง (5-8 วัน) พบ crazy paving pattern มากขึ้นพร้อมกับ จำนวนเนื้อปอดที่เป็นมากขึ้น 3. ระยะสาม (9-13 วัน) ระยะนี้พบ consolidation เป็นส่วนมากและเพิ่ม จำนวนเนื้อปอดที่เป็นมากที่สุด 4. ระยะสี่เข้าสู่การ หาย (14 วันขึ้นไป) เริ่มมีการลดลงของ consolidation พร้อม ๆ กับจำนวนปอดที่เป็นลดลง ระยะนี้จะไม่พบ crazy paving pattern อย่างไรก็ตาม มีผู้ป่วยมีอาการและได้รับการยืนยันติดเชื้อโควิด-19 ถึง ร้อยละ 5.3-10 ที่ภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ของปอด ปกติ^{12,16,21} ซึ่งการติดตามผู้ป่วยเหล่านี้ด้วยเอกซเรย์ คอมพิวเตอร์จะแสดงความผิดปกติในที่สุด² ในทาง กลับกันมีผู้ป่วยที่ไม่มีอาการแต่พบความผิดปกติใน ภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ของปอด จากการติดตาม ผู้ป่วยกลุ่มนี้พบว่า ผู้ป่วยกลุ่มนี้จะแสดงอาการภายใน 2-6 วัน ซึ่ง GGO เป็นความผิดปกติชนิดเดียวที่พบได้ ในภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์¹³

ความผิดปกติในภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ ของปอดในเด็กพบได้น้อยกว่าและรุนแรงน้อยกว่า ผู้ใหญ่อย่างมีนัยสำคัญ^{16,22} ความผิดปกติที่พบในภาพ เอกซเรย์คอมพิวเตอร์ปอดในเด็กส่วนใหญ่เหมือนใน ผู้ใหญ่ ยกเว้น bronchial wall thickening ซึ่งพบ ได้ในเด็กมากกว่าในผู้ใหญ่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ²²

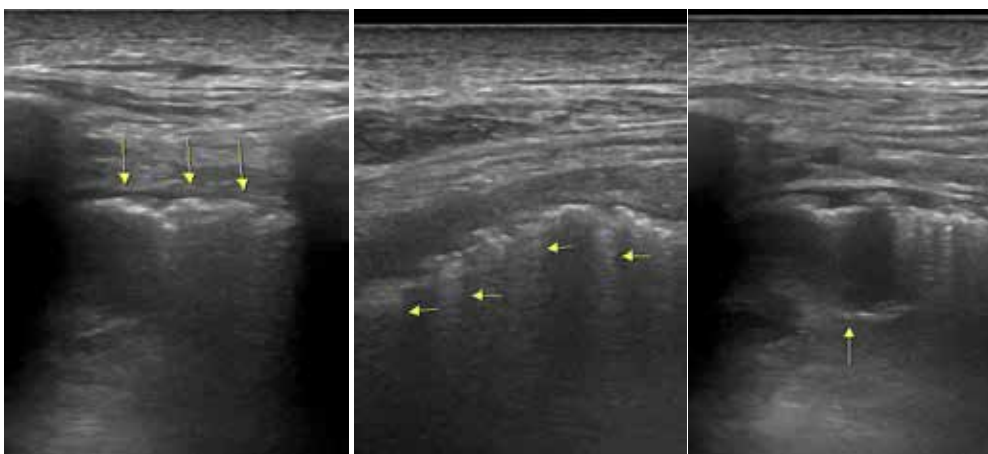
องค์กรและสมาคมทางรังสีวิทยาระดับโลกได้ออกแนวทางการรายงานผลภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ ปอด เพื่อให้มีมาตรฐานไปในทางเดียวกัน ช่วยในสื่อสาร ให้เข้าใจตรงกันระหว่างรังสีแพทย์และแพทย์ ผู้ดูแล ผู้ป่วยและง่ายต่อการดูแลรักษา²³⁻²⁴ นอกจากนี้บาง รายงานได้นำเสนอเกณฑ์การให้คะแนนความรุนแรง ของความผิดปกติในภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์นับ ตามสัดส่วนและจำนวนความผิดปกติที่เกิดขึ้นใน เนื้อปอด พบว่าค่าคะแนนที่มากขึ้นมีความสัมพันธ์ กับความรุนแรงของโรคที่มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ซึ่งผู้ประพันธ์เสนอว่า ค่าคะแนนที่ 19.5 มีความไว ร้อยละ 83.3 และความจำเพาะ ร้อยละ 94 ในการบ่งบอกว่า โรคมีความรุนแรงมาก เพื่อช่วยให้การ วินิจฉัยมีความรวดเร็วและแม่นยำมากขึ้น¹⁸ Huang

และคณะ²⁵ เสนอรายงานที่มีการใช้ปัญญาประดิษฐ์ ร่วมกับเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ มาช่วยในการคำนวณ ความผิดปกติแทนรังสีแพทย์ เพื่อลดอคติในการอ่าน ผลและมีความแม่นยำมากขึ้น

ภาพคลื่นเสียงความถี่สูง (Ultrasound, US)

ลักษณะของความผิดปกติในภาพคลื่นเสียง ความถี่สูง ในผู้ติดเชื้อโควิด-19 มีดังต่อไปนี้ 1. เยื่อ หุ้มปอดหนาขึ้น 2. B lines ซึ่งเป็นได้ทั้งแบบ focal,

multifocal และ confluent 3. Consolidations (รูปที่ 5) 4. การกลับมาของ A line (รูปที่ 6) เมื่อ เข้าสู่ระยะการหาย และ 5. ไม่ค่อยพบน้ำในช่อง เยื่อหุ้มปอด²⁶⁻²⁷ และเช่นเดียวกับภาพวินิจฉัยทาง รังสีวิทยาอื่น ๆ ลักษณะของความผิดปกติในภาพ คลื่นเสียงความถี่สูงนี้ไม่จำเพาะต่อโรคปอดอักเสบ จากโควิด-19 สามารถพบความผิดปกติเหล่านี้ได้ใน โรคปอดอื่น ๆ²⁸ การแปลผลจึงต้องประกอบกับอาการ ทางคลินิกเสมอ



รูปที่ 5 คลื่นเสียงความถี่สูงภาพซ้ายแสดง irregular pleural line (ลูกศรชี้) ภาพกลางแสดง multiple B lines (ลูกศรชี้) ภาพขวาแสดง subpleural consolidation (ลูกศรชี้)



รูปที่ 6 คลื่นเสียงความถี่สูงแสดง A line (ลูกศรชี้)

แพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านการวินิจฉัยภาพ คลื่นเสียงความถี่สูงจากประเทศอิตาลี ซึ่งมียอด ผู้ป่วยและผู้เสียชีวิตมากเป็นอันดับต้น ๆ ของโลกได้ นำเสนอมาตรฐานวิธีการทำ US และวิธีการให้คะแนน ความรุนแรงของความผิดปกติที่พบ เพื่อให้การรายงาน ผลเป็นมาตรฐานเดียวกัน โดยผู้นำเสนอให้ความเห็นว่า นอกจากภาพคลื่นเสียงความถี่สูง จะช่วยในการวินิจฉัย ได้ตั้งแต่ระยะแรกของโรคและช่วยติดตามการรักษา ได้แล้ว เครื่องคลื่นเสียงความถี่สูงเป็นอุปกรณ์ที่ราคา ไม่แพงมาก สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย และช่วยลด จำนวนบุคลากรที่ต้องเสี่ยงใกล้ชิดผู้ป่วยได้อีกด้วย²⁹

ระบบอื่น ๆ

ระบบอื่น ๆ ที่มีรายงานว่าเกี่ยวข้องกับโควิด-19 ได้แก่ ระบบประสาทส่วนกลาง Poyiadji และคณะ³⁰ จากประเทศสหรัฐอเมริกา รายงานผู้ป่วยรายแรกที่วินิจฉัยว่าเป็น Acute necrotizing encephalopathy จาก โควิด-19 โดยภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ชนิดไม่ฉีดสารทึบรังสีมีลักษณะ symmetric hypoattenuation ที่ bilateral medial thalami ภาพจาก MRI มีลักษณะ hemorrhagic rim enhancing lesions ที่ bilateral thalami, medial temporal lobes, และ subinsular regions โดยเชื่อว่าความผิดปกติในระบบประสาทส่วนกลาง เป็นผลจาก cytokine storm ทำให้เสีย blood brain barrier โดยไม่มีเชื้อไวรัสเข้าสู่ระบบประสาทส่วนกลาง

สรุป

ภาพวินิจฉัยทางรังสีวิทยาทั้ง ภาพรังสีทรวงอก ภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ และภาพคลื่นเสียงความถี่สูงมีบทบาทสำคัญทั้งในการวินิจฉัย บอกความรุนแรงของโรค ติดตามการรักษาและพยากรณ์โรค อย่างไรก็ตาม การติดตามการรักษาและพยากรณ์โรค อย่างไรก็ตาม การแปลผลจึงต้องประกอบกับอาการทางคลินิก และผลตรวจทางห้องปฏิบัติการเสมอ การเลือกใช้เครื่องมือทางรังสีวิทยาชนิดต่างๆ มีหลายปัจจัยให้ต้องคำนึงถึงขึ้นอยู่กับบริบทของแต่ละโรงพยาบาล

เอกสารอ้างอิง

1. Choi H, Qi X, Yoon SH, Park SJ, Lee KH, Kim JY, et al. Extension of corona virus disease 2019 (CoVID-19) on chest CT and implications for chest radiograph interpretation [Internet]. 2020 (accessed April 13, 2020). Available from: <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/ryct.2020200107>

2. Zu ZY, Jiang MD, Xu PP, Chen W, Ni QQ, Lu GM, et al. Coronavirus disease 2019 (COVID-19): a perspective from China [Internet]. 2020 (accessed April 13, 2020). Available from: <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200490>
3. Ai T, Yang Z, Hou H, Zhan C, Chen C, Lv W, et al. Correlation of chest CT and RT-PCR testing in coronavirus disease 2019 (COVID-19) in China: a report of 1014 cases [Internet]. 2020 (accessed April 16, 2020). Available from: <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200642>
4. Boas G. Radiology rounds: a newsletter for referring physician. Massachusetts General Hospital Imaging [Internet]. 2020 (accessed April 16, 2020). Available from: <https://www.massgeneralimaging.org/newsletter/radrounds/april-2020/imaging-guidelines-for-covid-19-infection/>
5. Rubin GD, Ryerson CJ, Haramati LB, Sverzellati N, Kanne JP, Raoof S, et al. The role of chest imaging in patient management during the COVID-19 pandemic: a multinational consensus statement from the Fleischner Society [Internet]. 2020 (accessed April 14, 2020). Available from: <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.2020201365>
6. Nair A, Rodrigues JC, Edey HA, Devaraj A, Jacob J, Johnstone A, et al. A British Society of Thoracic Imaging statement: considerations in designing local imaging diagnostic algorithms for the COVID-19 pandemic. Clin Radiol. 20; 75: 329–334.

7. Raptis CA, Hammer MM, Short RG, Shah A, Sanjeev Bhalla S, Andrew J. Bierhals AJ, et al. Chest CT and coronavirus disease (COVID-19): a critical review of the literature to date. *AJR Am Roentgenol Radiol.* 2020; 215: 1–4.
8. Goh Y, Chua W, Lee JKT, Ang BWL, Liang CR, Tan CA, et al. Operational strategies to prevent coronavirus disease 2019 (COVID-19) spread in radiology: Experience from a Singapore Radiology Department after severe acute respiratory syndrome. *J Am CollRadiol.* 2020; 17(6): 717-723.
9. Rodrigues JC, Hare SS, Edey A, Devaraj A, Jacob J, Johnstone A, McStay R, et al. An update on COVID-19 for the radiologist – A British society of Thoracic Imaging statement. *Clin Radiol* 2020; 75: 323-5.
10. Wong HY, Lam HY, Fong AH, Leung ST, Chin TW, Lo CS, et al. Frequency and distribution of chest radiographic findings in COVID-19 positive patients [Internet]. 2020 (accessed April 19, 2020). Available from: <https://doi.org/10.1148/radiol.2020201160>
11. Weinstock MB, Echenique A, Russell JW, Leib A, Miller J, Cohen DJ, et al. Chest X-Ray findings in 636 ambulatory patients with COVID-19 presenting to an urgent care center: A normal chest X-Ray is no guarantee. *J Urgent Care Med.* 2020; 14: 13-8.
12. Wen Z, Chi Y, Zhang L, Liu H, Du K, Li Z, et al. Coronavirus disease 2019: initial detection on chest CT in a retrospective multicenter study of 103 Chinese subjects [Internet]. 2020. (accessed April 15, 2020). Available from: <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/ryct.2020200092>
13. Wang Y, Dong C, Hu Y, Li C, Ren Q, Zhang X, et al. Temporal changes of CT findings in 90 patients with COVID-19 pneumonia: a longitudinal study [Internet]. 2020 (accessed April 16, 2020). Available from: <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200843>
14. Zhao X, Liua B, Yua Y, Wanga X , Dub Y , Gub J, et al. The characteristics and clinical value of chest CT images of novel coronavirus pneumonia X. *Clin Radiol.* 2020; 75: 335-40.
15. Caruso D, Zerunian M, Polici M, Pucciarelli F, Polidori T, Rucci C, et al. Chest CT features of COVID-19 in Rome, Italy [Internet]. 2020 (accessed April 16, 2020). Available from: <https://doi.org/10.1148/radiol.2020201237>
16. Chen Z, Fan H, Cai J, Li Y, Wu B, Hou Y, et al. High-resolution computed tomography manifestations of COVID-19 in patients of difference ages. *Eur J Radiol.* 2020; 126: 108972.
17. Pan F, Ye T, Sun P, Gui S, Liang B, Li L, et al. Time course of lung changes on chest CT during recovery from 2019 novel coronavirus (COVID-19) pneumonia [Internet]. 2020 (accessed April 19, 2020). Available from: <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200370>

18. Yang R, Li X, Liu H, Zhen Y, Zhang X, Xiong Q, et al. Chest CT severity score: an imaging tool for assessing severe COVID-19 [Internet]. 2020 (accessed April 19, 2020). Available from: <https://doi.org/10.1148/ryct.2020200047>
19. Zhang R, Ouyang H, Fu L, Wang S, Han J, Huang K, et al. CT features of SARS-CoV-2 pneumonia according to clinical presentation: a retrospective analysis of 120 consecutive patients from Wuhan city [Internet]. 2020 (accessed April 17, 2020). Available from: <https://doi.org/10.1007/s00330-020-06854-1>
20. Franquet T, Imaging of pulmonary viral pneumonia [Internet]. 2020 (accessed April 17, 2020). Available from: <https://doi.org/10.1148/radiol.11092149>
21. Chen X, Tang Y, Mo Y, et al. A diagnostic model for coronavirus disease 2019 (COVID-19) based on radiological semantic and clinical features: a multi-center study [Internet]. 2020 (accessed April 17, 2020). Available from: <https://doi.org/10.1007/s00330-020-06829-2>
22. Chen A, Huang J, Liao Y, Liu Z, Chen D, Yang C, et al. Differences in clinical and imaging presentation of pediatric patients with COVID-19 in comparison with adults [Internet]. 2020 (accessed April 17, 2020). Available from: <https://doi.org/10.1148/ryct.2020200117>
23. Thoracic imaging in COVID-19 infection: guidance for the reporting radiologist British Society of Thoracic Imaging version 2 [Internet]. 2020 (accessed April 16, 2020). Available from: <https://www.bsti.org.uk/covid-19-resources/covid-19-guidance-for-the-reporting-radiologist/>
24. Simpsons S, Kay FU, Abbara S, Rhalla S, Chung JH, Henry TS, et al. Radiological Society of North America Expert Consensus Statement on Reporting Chest CT Findings Related to COVID-19. Endorsed by the Society of Thoracic Radiology, the American College of Radiology, and RSNA [Internet]. 2020 (accessed April 14, 2020). Available from: <https://doi.org/10.1148/ryct.2020200152>
25. Huang L, Han R, Ai T, Yu P, Kang H, Tao Q, et al. Serial quantitative chest CT assessment of COVID-19: deep learning approach [Internet]. 2020 (accessed April 15, 2020). Available from: <https://doi.org/10.1148/ryct.2020200075>
26. Lomoro P, Verde F, Zerboni F, Simonetti I, Borghi C, Fachinetti, et al. COVID-19 pneumonia manifestations at the admission on chest ultrasound, radiographs, and CT: single-center study and comprehensive radiologic literature review [Internet]. 2020 (accessed April 19, 2020). Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ejro.2020.100231>

27. Peng Q, Wang X, Zhang L. Findings of lung ultrasonography of novel corona virus pneumonia during the 2019–2020 epidemic [Internet]. 2020 (accessed April 16, 2020). Available from: <https://doi.org/10.1007/s00134-020-05996-6>
28. Mayo PH, Copetti R, Feller-Kopman D, Mathis G, Maury E, Mongodi S, et al. Thoracic ultrasonography: a narrative review. *Intensive Care Med.* 2019; 45: 1200–11.
29. Soldati G, Smargiassi A, Inchingolo R, Buonsenso D, Perrone T, Briganti DF, et al. Proposal for international standardization of the use of lung ultrasound for patients with COVID-19 [Internet]. 2020 (accessed April 16, 2020). Available from: <https://doi.org/10.1002/jum.15285>
30. Poyiadji N, Shahin G, Noujaim D, Stone M, Patel S, Griffith B, et al. COVID-19–associated acute hemorrhagic necrotizing encephalopathy: CT and MRI features [Internet]. 2020 (accessed April 18, 2020) Available from: <https://doi.org/10.1148/radiol.2020201187>