

การเปลี่ยนแปลงค่าทางโลหิตวิทยาในผู้ป่วย COVID – 19

Hematological changes in COVID -19 patients

(Received: June 10,2023 ; Revised: June 16,2023 ; Accepted: June 17,2023)

ราตรี สงวนนาม¹Ratree Sanguannam¹

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบค่าทางโลหิตวิทยาในกลุ่มผู้ป่วยโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 โรงพยาบาลพังงา เป็นการศึกษาย้อนหลังเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง โดยใช้ข้อมูลย้อนหลัง ระหว่างเดือนตุลาคม 2564 ถึงเดือนมีนาคม 2565 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 300 สุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) และการสุ่มตัวอย่างแบบระบบ (Systematic Sampling) เก็บรวบรวมข้อมูลจากผลตรวจความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด Complete Blood Count (CBC) วิเคราะห์ข้อมูล ด้วยสถิติเชิงพรรณนา และ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One way ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการวิจัยพบว่า การเปรียบเทียบค่าทางโลหิตวิทยาในกลุ่มผู้ป่วยโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 โรงพยาบาลพังงา ในกลุ่มผู้ป่วย 3 กลุ่มคือ กลุ่มหอผู้ป่วยรวม (Cohort ward) กลุ่มห้องแยกโรค (Isolation room) และกลุ่มโรงพยาบาลสนาม (Field hospital) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยปริมาณเม็ดเลือดขาว (WBC) และเม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิล (Neutrophil) ของกลุ่มผู้ป่วยในหอผู้ป่วยรวม (Cohort ward) สูงกว่ากลุ่มห้องแยกโรค (Isolation room) และกลุ่มผู้ป่วยโรงพยาบาลสนาม (Field hospital) แต่ปริมาณเม็ดเลือดแดง (RBC) ฮีโมโกลบิน (Hb) ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (Hct) เกล็ดเลือด (PLT. count) เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ (Lymphocyte) เม็ดเลือดขาวชนิดโมโนไซต์ (Monocyte) และเม็ดเลือดขาวชนิดอีโอสิโนฟิล (Eosinophil) ของกลุ่มผู้ป่วยในหอผู้ป่วยรวม (Cohort ward) ต่ำกว่ากลุ่มห้องแยกโรค (Isolation room) และกลุ่มผู้ป่วยโรงพยาบาลสนาม (Field hospital)

คำสำคัญ ค่าทางโลหิตวิทยา, โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019

Abstracts

This research aimed to study and compare the hematologic values among patients with the novel coronavirus disease 2019, Phang Nga Hospital. It is a cross-sectional analytical retrospective study. using historical data Between October 2021 to March 2022, a group of 300 subjects, cluster sampling, and systematic sampling, collected data from Complete Blood Count (CBC) hematology results. by descriptive statistics and one-way analysis of variance (ANOVA) at a significance level of 0.05.

The results showed that in Comparison of hematologic values among patients infected with coronavirus disease 2019 Phang Nga Hospital In the 3 groups of patients, Cohort ward, Isolation room, and Field hospital, there was a statistically significant difference ($P < 0.05$) by the white blood cell count (WBC) and neutrophil of patients in the cohort ward were higher than those in the isolation room and the field hospital patients. But Red blood cells (RBC), hemoglobin (Hb), Hematocrit (Hct), platelets (Plt), lymphocytes, monocyte, and eosinophils of patients in the cohort ward was lower than those in the isolation room and field hospital patients.

Keywords: Hematological values, Coronavirus disease 2019

¹ นักเทคนิคการแพทย์ชำนาญการ โรงพยาบาลพังงา

บทนำ

เชื้อก่อโรคไวรัส SARS-CoV-2 จัดอยู่ในตระกูลของเชื้อไวรัสโคโรนา ระยะแรกพบว่าก่อโรคปอดอักเสบเป็นกลุ่มก้อนที่เมืองอู่ฮั่น ประเทศจีน เรียกว่าเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 (2019 novel coronavirus; 2019-nCoV) วันที่ 30 มกราคม 2563 องค์การอนามัยโลก ประกาศให้เป็นภาวะฉุกเฉินด้านสาธารณสุขระหว่างประเทศ (Public Health Emergency of International Concern: PHEIC) และ 11 กุมภาพันธ์ 2563 ได้ตั้งชื่อโรคที่เกิดขึ้นใหม่ว่า Coronavirus disease 2019 (COVID19) โดยเชื้อไวรัสที่ก่อโรคให้ชื่อว่า Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2)⁽¹⁾ และประกาศเป็นการระบาดใหญ่ทั่วโลก (Pandemic) ให้ทุกประเทศเร่งรัดการเฝ้าระวัง มาตรการการวิธีการและเครื่องมือรักษาพยาบาล ป้องกันและควบคุมโรคที่มีประสิทธิภาพ รองรับผู้ติดเชื้อที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว⁽²⁾ การติดต่อจากคนสู่คนผ่านละอองฝอย (Droplet transmission) เข้าระบบทางเดินหายใจ ทำให้เกิดอาการไอ มีน้ำมูก หอบเหนื่อย อาจมีอาการจุกไม่ไ้กลืน ลิ้นไม่รับรส ผู้ติดเชื้อส่วนใหญ่ไม่มีอาการหรือมีอาการเล็กน้อย บางรายอาจมีอาการรุนแรงเกิดปอดอักเสบ (Pneumonia) ซึ่งพบในผู้สูงอายุและผู้ที่มีโรคประจำตัว⁽³⁾

ระบบเลือดเป็นระบบหนึ่งที่มีการเปลี่ยนแปลงได้บ่อยในผู้ป่วยโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 โดยระบบเลือดเป็นระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ไวของการตอบสนองต่อเชื้อ SARS-CoV-2⁽⁴⁾ ทั้งนี้หากร่างกายได้รับเชื้อ SARS-CoV-2 เข้าสู่ร่างกายจะเกิดกลไกการทำลายเชื้อด้วยเม็ดเลือดขาวเป็นหลัก⁽⁵⁾ รวมถึงเชื้อ SARS-CoV-2 จะจับกับเม็ดเลือดแดง (Red blood cells [RBCs]) ในระบบขนส่งออกซิเจน ส่งผลให้มีความรุนแรงของภาวะขาดออกซิเจนในผู้ป่วยโควิด-19 การตรวจทางห้องปฏิบัติการที่แพทย์ใช้ในการวินิจฉัยโรคเมื่อผู้ป่วยมาด้วยอาการไข้เฉียบพลัน คือ การตรวจความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (complete blood count, CBC) เป็นการตรวจ

ปริมาณและลักษณะของเม็ดเลือดทั้งสามชนิด ได้แก่ เม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว และเกล็ดเลือด โดยเป็นการตรวจพื้นฐานทั้งเพื่อการตรวจร่างกายประจำปี และการตรวจเพื่อดูแลรักษาผู้ป่วย ประกอบด้วย การตรวจนับจำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาว (White blood cell count; WBC), การตรวจนับจำนวนเซลล์เม็ดเลือดแดง (Red blood cell count ; RBC) การตรวจปริมาณฮีโมโกลบิน (Hemoglobin ; Hb) การตรวจหาปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (Hematocrit ; Hct) การนับแยกชนิดของเซลล์เม็ดเลือดขาว (White blood cell differentiation) การตรวจดูสัณฐานวิทยาหรือลักษณะรูปร่างของเซลล์เม็ดเลือดแดง (Red blood cell morphology) และการตรวจดูจำนวนและความผิดปกติของเกล็ดเลือด ซึ่งในผู้ป่วยโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ในขณะติดเชื้อผู้ป่วยมีความเข้มข้นของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงผิดปกติมากที่สุด ร้อยละ 60.5 หลังจากรักษาพบความผิดปกติลดลงเหลือร้อยละ 40.7 ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงร้อยละ 48.5 รองลงมา พบความผิดปกติของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงและฮีโมโกลบินร้อยละ 59.3 และ 43.2 ค่าเฉลี่ยของปริมาตรของเม็ดเลือดแดง ฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาวลิมโฟไซต์ อีโอซิโนฟิลและเกล็ดเลือดเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามในทางตรงกันข้าม ในขณะติดเชื้อผู้ป่วยมีความเข้มข้นของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง การกระจายตัวของขนาดเม็ดเลือดแดง โมโนไซต์ และนิวโทรฟิลลดลงกว่าหลังรักษา⁽⁶⁾ ผู้ที่ติดเชื้อมีจำนวนเม็ดเลือดขาวน้อยกว่าผู้ป่วยที่ไม่มีการติดเชื้อ lymphocyte และ neutrophil ในกลุ่มผู้ติดเชื้อมีจำนวนต่ำกว่ากลุ่มผู้ป่วยที่ไม่ติดเชื้อ แต่ไม่พบความแตกต่างของจำนวนเกล็ดเลือดระหว่างผู้ป่วยทั้งสองกลุ่ม⁽⁷⁾ อย่างไรก็ตามมีรายงานการศึกษาที่แตกต่างออกไปในผู้ป่วยโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 หลายพันคนที่มีอาการรุนแรง กล่าวคือผู้ป่วยกลุ่มนี้จะมีจำนวนเม็ดเลือดขาวเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและจำนวนจะยิ่งเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในผู้ป่วยที่มีความรุนแรงจนถึงเสียชีวิต และมีจำนวน neutrophil เพิ่มขึ้น แต่ lymphocyte

monocyte และ eosinophil มีจำนวนลดลง โดยเฉพาะ lymphocyte ที่มีจำนวนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ⁽⁴⁾ ในผู้ป่วยโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ที่มีอาการรุนแรงยังมีรายงานจำนวนเกล็ดเลือดและระดับของฮีโมโกลบิน^(8,9) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับผู้ป่วยโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ที่มีอาการไม่รุนแรง จะเห็นได้ว่า การตรวจความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (Complete blood count : CBC) จะช่วยในการพยากรณ์ความรุนแรงของการดำเนินโรคสำหรับจำแนกกลุ่มผู้ป่วยที่คาดว่าจะมีอาการรุนแรงเพื่อจะได้ติดตามและให้การดูแลอย่างเหมาะสมได้ในสถานะที่มีทรัพยากรทางสาธารณสุขจำกัด

จากเหตุผลดังกล่าวมา ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการโดยการตรวจความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (Complete Blood Count : CBC) ตามระดับอาการผู้ป่วยโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้ป่วยในหอผู้ป่วยรวม (Cohort ward) ห้องแยกโรค (Isolation room) โรงพยาบาลสนาม (Field hospital) เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการดูแลรักษาผู้ป่วยในสถานการณ์การระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ให้มีประสิทธิภาพและปลอดภัย โดยคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ป่วย แพทย์ พยาบาลและบุคลากรทางการแพทย์ ความคุ้มค่าและไม่ใช้ทรัพยากรที่สิ้นเปลืองมากเกินไปจนเป็นภาระหนักถึงการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างสมเหตุผล

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาค่าทางโลหิตวิทยาในกลุ่มผู้ป่วยโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019
2. เพื่อเปรียบเทียบค่าทางโลหิตวิทยาในกลุ่มผู้ป่วยโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional analytical study) โดยศึกษาข้อมูลย้อนหลัง (Retrospective study) จากผลการตรวจความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (Complete Blood Count : CBC) จากระบบสารสนเทศห้องปฏิบัติการ กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์และพยาธิวิทยาคลินิกโรงพยาบาลพังงา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร เป็นกลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรค COVID-19 หอผู้ป่วยรวม (Cohort ward) ห้องแยกโรค (Isolation room) โรงพยาบาลสนาม (Field hospital) ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2564 ถึงเดือนมีนาคม 2565 จำนวน 982 คน

กลุ่มตัวอย่าง เป็นกลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรค COVID-19 และมีข้อมูลผลการตรวจความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (Complete Blood Count : CBC) กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จากการคำนวณด้วยสูตร Compare multiple mean จาก application Statistics and Sample size กำหนดค่า Alpha = 0.05, Beta = 0.2 Effect size = 0.5 Number of Group = 3 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 77 คน/กลุ่ม เพื่อป้องกันการสูญหายของกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยกำหนดการปรับขนาดตัวอย่างเพิ่มอีก 20 % $n = 96.25 \approx 100$ คน/กลุ่ม ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ 300 คน สุ่มตัวอย่าง 2 แบบคือการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) และการสุ่มตัวอย่างแบบระบบ (Systematic Sampling)

โดยมีเกณฑ์คัดเข้า (Inclusion Criteria) ได้แก่ 1) กลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรค COVID-19 และเข้ารับการรักษาทันทีในโรงพยาบาลพังงา ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2564 ถึงเดือนมีนาคม 2565 2) มีผลการตรวจความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (Complete Blood Count : CBC) ได้แก่ ปริมาณเม็ดเลือดขาว (WBC), ปริมาณเม็ดเลือดแดง (RBC), ปริมาณฮีโมโกลบิน (Hb), ปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (Hct), ปริมาณเกล็ดเลือด (PLT. count),

ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิล (Neutrophil), ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ (Lymphocyte), ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดโมโนไซต์, ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดอีโอสิโนฟิล (Eosinophil) และปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดเบโซฟิล (Basophil) ครบถ้วน ส่วนเกณฑ์ในการคัดออก (Exclusion criteria) คือ ผู้ป่วยเสียชีวิต

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากข้อมูลผลการตรวจความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (Complete Blood Count : CBC) จากระบบสารสนเทศห้องปฏิบัติการ กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์และพยาธิวิทยาคลินิก โรงพยาบาลพังงา ประกอบด้วยแบบบันทึก 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 แบบคัดลอกข้อมูลส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ ส่วนที่ 2 แบบคัดลอกข้อมูลการตรวจความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (Complete Blood Count : CBC) ได้แก่ ปริมาณเม็ดเลือดขาว (WBC), ปริมาณเม็ดเลือดแดง (RBC), ปริมาณฮีโมโกลบิน (Hb), ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (Hct), ปริมาณเกล็ดเลือด (PLT. count), ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิล (Neutrophil), ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ (Lymphocyte), ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดโมโนไซต์, ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดอีโอสิโนฟิล (Eosinophil) และปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดเบโซฟิล (Basophil) โดยความเชื่อมั่นของห้องปฏิบัติการผ่านการรับรองระบบบริหารงานคุณภาพตามมาตรฐานเทคนิคการแพทย์ พ.ศ. 2565

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ผู้วิจัยประสานงานกับผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อตรวจสอบข้อมูลจากระบบสารสนเทศห้องปฏิบัติการ กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์และพยาธิวิทยา โรงพยาบาลพังงา ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2564 ถึงเดือนมีนาคม 2565
2. ตรวจสอบความครบถ้วน ความถูกต้องของข้อมูล ก่อนการเก็บรวบรวมข้อมูล

3. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ด้วยแบบคัดลอกข้อมูลการตรวจทางความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (Complete Blood Count : CBC)

4. ตรวจสอบความถูกต้องในการบันทึกข้อมูลโดยผู้วิจัย และวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. เปรียบเทียบค่าทางสถิติวิทยาในกลุ่มผู้ป่วย COVID-19 : กลุ่มผู้ป่วยหอผู้ป่วยรวม (Cohort ward) กลุ่มผู้ป่วยห้องแยกโรค (Isolation room) และกลุ่มผู้ป่วยโรงพยาบาลสนาม (Field hospital) ใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One way ANOVA) กำหนดค่าความเชื่อมั่นในการทดสอบทางสถิติที่ระดับ 0.05.

จริยธรรมการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้รับการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์โรงพยาบาลพังงา จังหวัดพังงา เลขบันทึกที่ REC NO 04/2566

ผลการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ที่เข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลพังงา จำนวน 300 คน จำแนกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 100 คน ได้แก่ หอผู้ป่วยรวม (Cohort ward) เป็นเพศชาย 39 คน เพศหญิง 61 คน อายุเฉลี่ย 73.71 ปี อายุต่ำสุด 24 ปี และอายุสูงสุด 98 ปี ห้องแยกโรค (Isolation room) เป็นเพศชาย 25 คน เพศหญิง 75 คน อายุเฉลี่ย 47.98 ปี อายุต่ำสุด 19 ปี และอายุสูงสุด 90 ปี โรงพยาบาลสนาม (Field hospital) เป็นเพศชาย 44 คน เพศหญิง 56 คน อายุเฉลี่ย 49.30 ปี อายุต่ำสุด 18 ปี และอายุสูงสุด 90 ปี ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่ม	เพศ			อายุ (ปี)	
	ชาย	หญิง	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด
Cohort ward	39	61	73.71	24	98
Isolation room	25	75	47.98	19	90
Field hospital	44	56	49.30	18	90
รวม	108	192	57.0	18	98

ผลการวิเคราะห์ค่าทางโลหิตวิทยาในกลุ่มผู้ป่วยโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 โดยแบ่งการศึกษาเป็น 3 กลุ่มตามเกณฑ์ระดับความรุนแรงของโรคของกรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ได้แก่ หอผู้ป่วยรวม (Cohort ward) ห้องแยกโรค (Isolation room) โรงพยาบาลสนาม (Field hospital) พบว่าปริมาณเม็ดเลือดขาว (WBC) สูงสุดในกลุ่มผู้ป่วยที่รักษาในหอผู้ป่วยรวม (Cohort ward) มีค่าเฉลี่ย $11.12 \times 10^3/\mu\text{L}$ ปริมาณเม็ดเลือดแดง (RBC) สูงสุดในกลุ่มผู้ป่วยที่รักษาในโรงพยาบาลสนาม (Field hospital) มีค่าเฉลี่ย $4.86 \times 10^6/\mu\text{L}$ ปริมาณฮีโมโกลบิน (Hb) สูงสุดในกลุ่มผู้ป่วยที่รักษาในโรงพยาบาลสนาม (Field hospital) มีค่าเฉลี่ย 13.48 g/dL ปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (Hct) สูงสุดในกลุ่มผู้ป่วยที่รักษาในโรงพยาบาลสนาม (Field hospital) มีค่าเฉลี่ย 40.42 % ปริมาณเกล็ดเลือด (PLT. count)

สูงสุดในกลุ่มผู้ป่วยที่รักษาในโรงพยาบาลสนาม (Field hospital) มีค่าเฉลี่ย $247.53 \times 10^3/\mu\text{L}$ ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดนิวโตรฟิล (Neutrophil) สูงสุดในกลุ่มผู้ป่วยหอผู้ป่วยรวม (Cohort ward) มีค่าเฉลี่ย 73.71 % ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ (Lymphocyte) สูงสุดในกลุ่มผู้ป่วยโรงพยาบาลสนาม (Field hospital) มีค่าเฉลี่ย 38.89 % ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดโมโนไซต์ (Monocyte) สูงสุดในกลุ่มผู้ป่วยโรงพยาบาลสนาม (Field hospital) มีค่าเฉลี่ย 7.01 % ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดอีโอสิโนฟิล (Eosinophil) สูงสุดในกลุ่มผู้ป่วยโรงพยาบาลสนาม (Field hospital) มีค่าเฉลี่ย 3.83 % ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดเบโซฟิล (Basophil) สูงสุดในกลุ่มผู้ป่วยโรงพยาบาลสนาม (Field hospital) มีค่าเฉลี่ย 0.20 % ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าทางโลหิตวิทยาในกลุ่มผู้ป่วยโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019

ค่าทางโลหิตวิทยา	Cohort ward		Isolation room		Field hospital	
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.
WBC	11.12	4.14	7.24	3.07	6.13	1.69
RBC	4.04	.85	4.76	.62	4.86	.68
Hb	10.82	2.21	12.31	2.12	13.48	1.93
Hct	32.48	6.33	37.06	6.13	40.42	5.54
PLT. count	216.25	82.44	227.13	74.73	247.53	71.57
Neutrophil	73.71	15.91	63.44	14.42	50.12	12.53
Lymphocyte	19.99	11.95	26.52	13.60	38.89	12.64
Monocyte	5.73	3.51	6.16	3.15	7.01	2.41
Eosinophil	1.31	1.88	2.58	2.91	3.83	4.86
Basophil	.13	.26	.18	.31	.20	.21

การเปรียบเทียบค่าทางโลหิตวิทยา ปริมาณเม็ดเลือดขาว (WBC) ปริมาณเม็ดเลือดแดง (RBC) ปริมาณฮีโมโกลบิน (Hb) ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (Hct) ปริมาณเกล็ดเลือด (PLT. count) ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดนิวโตรฟิล (Neutrophil) ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์

(Lymphocyte) ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดโมโนไซต์ (Monocyte) และปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดอีโอสิโนฟิล (Eosinophil) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดเบโซฟิล (Basophil) ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบค่าทางโลหิตวิทยาในกลุ่มผู้ป่วยโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P-value
WBC	1375.955	2	687.977	70.207	.000
RBC	40.149	2	20.075	38.646	.000
Hb	356.915	2	178.458	40.885	.000
Hct	3180.755	2	1590.377	44.03	.000
PLT. count	50432.427	2	25216.213	4.322	.014
Neutrophil	27980.057	2	13990.029	67.871	.000
Lymphocyte	18424.231	2	9212.115	56.722	.000
Monocyte	85.17	2	42.586	4.550	.011
Eosinophil	317.530	2	158.765	13.360	.000
Basophil	.245	2	.123	1.745	.176

Significant = P-value $< .05$

โดยกลุ่มผู้ป่วย Cohort ward ปริมาณเม็ดเลือดขาว (WBC) และปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดนิวโตรฟิล (Neutrophil) สูงกว่าผู้ป่วยกลุ่ม Isolation room และกลุ่มโรงพยาบาลสนาม (Field hospital) แต่ในทิศทางตรงกันข้ามมีค่าปริมาณเม็ดเลือดแดง (RBC) ปริมาณฮีโมโกลบิน (Hb) ปริมาตรเม็ดเลือด

แดงอัดแน่น (Hct) ปริมาณเกล็ดเลือด (PLT. count) ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ (Lymphocyte) ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดโมโนไซต์ (Monocyte) และปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดอีโอสิโนฟิล (Eosinophil) ต่ำกว่าผู้ป่วยกลุ่ม Isolation room และกลุ่มโรงพยาบาลสนาม (Field hospital) ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบค่าทางโลหิตวิทยาในกลุ่มผู้ป่วยโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 จำแนกรายคู่

ค่าทางโลหิตวิทยา	ผลการเปรียบเทียบ
WBC และ Neutrophil	1. Cohort ward > Isolation room > Field hospital 2. Isolation room > Field hospital
RBC, Hb, Hct, PLT. Count, Lymphocyte, Monocyte และ Eosinophil	1. Cohort ward < Isolation room < Field hospital 2. Isolation room < Field hospital



อภิปรายผล

การเปรียบเทียบค่าทางโลหิตวิทยาในกลุ่มผู้ป่วยโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 กลุ่มผู้ป่วย 3 กลุ่มคือ กลุ่มหอผู้ป่วยรวม (Cohort ward) กลุ่มห้องแยกโรค (Isolation room) และกลุ่มโรงพยาบาลสนาม (Field hospital) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เนื่องจากพารามิเตอร์ความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (CBC) เปลี่ยนแปลงไปตามระดับอาการ ความรุนแรงของโรค ตั้งแต่ไม่มีอาการ อาการเล็กน้อย จนถึงรุนแรงมาก หรือเสียชีวิต ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้กลุ่มผู้ป่วย Cohort ward มีปริมาณเม็ดเลือดขาว (WBC) และเม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิล (Neutrophil) สูงกว่า กลุ่ม Isolation room และกลุ่ม Isolation room มีค่าปริมาณเม็ดเลือดขาว (WBC) สูงกว่า กลุ่ม Field hospital เนื่องจากเม็ดเลือดขาวเป็นส่วนสำคัญของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย (immune system)⁽¹⁰⁾ มีหน้าที่หลักในการกำจัดเชื้อโรค ไม่ว่าจะเป็นเชื้อแบคทีเรีย ไวรัส รา หรือปรสิต รวมถึงสิ่งแปลกปลอมต่างๆ ที่เข้ามาในร่างกาย การติดเชื้อไวรัสโควิด-19 จะทำให้เม็ดเลือดขาวต่ำ เนื่องจากไวรัสจะไปกดการสร้างเม็ดเลือดขาวจากไขกระดูกทำให้เม็ดเลือดขาวที่ตรวจพบทางห้องปฏิบัติการมีจำนวนลดลง จึงทำให้ค่าปริมาณเม็ดเลือดขาว (WBC) ในผู้ป่วยกลุ่ม Field hospital มีปริมาณต่ำ เมื่อผู้ป่วยมีปริมาณเม็ดเลือดขาวต่ำมากๆ ทำให้ภูมิคุ้มกันของร่างกายลดลง ส่งผลให้ผู้ป่วยบางรายที่มีอาการรุนแรงจากการติดเชื้อไวรัสโควิด-19 มีภาวะแทรกซ้อนจากการติดเชื้อแบคทีเรีย เช่นติดเชื้อในกระแสเลือด หรือ Sepsis Induced Coagulopathy (SIC) ทำให้สามารถตรวจพบว่ามีจำนวนเม็ดเลือดขาวที่สูงกว่าปกติ ผู้ป่วยกลุ่ม Cohort ward เป็นผู้ป่วยที่มีอาการรุนแรงหนักกว่ากลุ่ม Isolation room และกลุ่ม Field hospital ทำให้ความผิดปกติของปริมาณเม็ดเลือดขาวรวมและปริมาณ neutrophil ก็มักจะพบว่าสูงขึ้นสัมพันธ์กับอาการที่รุนแรงและการเข้ารับการรักษาในหอผู้ป่วยรวม (Cohort ward)

กลุ่มผู้ป่วย Cohort ward มีค่าปริมาณเม็ดเลือดแดง (RBC), ปริมาณฮีโมโกลบิน (Hb), ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (Hct), ต่ำกว่า กลุ่ม Isolation room และกลุ่ม Isolation room มีปริมาณเม็ดเลือดแดง (RBC) ต่ำกว่า กลุ่ม Field hospital เนื่องจากเมื่อติดเชื้อไวรัสโควิด-19 ไวรัสจะไปกดการสร้างเม็ดเลือดแดงจากไขกระดูกทำให้เม็ดเลือดแดงที่ตรวจพบทางห้องปฏิบัติการมีจำนวนลดลง ทำให้เกิดภาวะโลหิตจาง โดยอาจจะพบว่ามีจำนวนเม็ดเลือดแดงต่ำลงในผู้ป่วยบางรายที่มีการติดเชื้อรุนแรงหรือต้องนอนในหอผู้ป่วยวิกฤติ ทั้งนี้มีการรายงานเกี่ยวกับการตรวจพบภาวะโลหิตจางรุนแรงในผู้ป่วยที่ติดเชื้อไวรัสโควิด-19 จากการที่ร่างกายผู้ป่วยสร้างแอนติบอดี หรือโปรตีนที่สร้างจากระบบภูมิคุ้มกันต่อเม็ดเลือดแดงของตัวเอง ทำให้เกิดการแตกทำลายของเม็ดเลือดแดง สอดคล้องกับ Thomas⁽¹¹⁾ ได้ศึกษา CBC กับผู้ป่วยที่ติดเชื้อโควิด-19 พบว่าเม็ดเลือดแดงของผู้ป่วยมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเนื่องจากเชื้อ SARS-CoV-2 จะไปจับโปรตีน S1 Spike และโปรตีน Band-3 บนเยื่อหุ้มเม็ดเลือดแดง ไปเพิ่มขบวนการย่อยสลาย RBC glycolytic จะมีความเชื่อมโยงกับความสามารถของ Hb ในการกำจัด (Off-load) ออกซิเจนเมื่อออกซิเจนลดลง ส่งผลให้เกิดการปรับหน้าที่ของการทำงานของ Allosteric ด้วยการเพิ่มส่วนประกอบของสารฟอสเฟตที่มีพลังงานสูง (High-energy phosphate) ทำให้ Deoxyhemoglobin เสถียร ซึ่งเป็นกลไกในการต่อต้านการขาดออกซิเจนจากการติดเชื้อได้ แต่ในทางกลับกัน เม็ดเลือดแดงของผู้ป่วยที่ติดเชื้อโควิด -19 อาจไม่ตอบสนองต่อกลไกนี้ ส่งผลให้เกิดความผิดปกติของรูปร่างเม็ดเลือดแดง

กลุ่มผู้ป่วย Cohort ward มีค่าปริมาณเกล็ดเลือด (PLT. count) ต่ำกว่า กลุ่ม Isolation room และกลุ่ม Isolation room มีปริมาณเกล็ดเลือด (PLT. count) ต่ำกว่า กลุ่ม Field hospital เนื่องจากเมื่อเชื้อไวรัส SARCoV2 เข้าสู่ร่างกายจะไปกดการสร้างเกล็ดเลือดที่ไขกระดูก ทำให้ตรวจพบจำนวนเกล็ดเลือดลดลง และเกล็ดเลือดอาจถูกทำลายจากไซโตไคน์ในระบบภูมิคุ้มกันที่

ตอบสนองภาวะการอักเสบของร่างกาย เมื่อมีการติดเชื้ออย่างรุนแรง ภาวะแทรกซ้อนที่สำคัญคือการมีลิ่มเลือดอุดตันจากการติดเชื้อ หรือ sepsis induced coagulopathy (SIC) การศึกษาของ Guo G และคณะ⁽¹²⁾ พบว่าการติดเชื้อ SARS-CoV-2 กระตุ้นระบบการแข็งตัวของเลือดด้วยเช่นกัน โดยเฉพาะในผู้ป่วยอาการรุนแรงที่มี multiple organ dysfunction syndrome (MODS) ซึ่งมักพบว่ามีสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากภาวะที่มีการกระตุ้นการแข็งตัวของเลือดมากเกินไป (hypercoagulable state) ทำให้เกิดลิ่มเลือดอุดตันในหลอดเลือดทั้งชนิด micro-circulatory thrombosis และ macro-circulatory thrombosis ส่งผลให้เกิดการล้มเหลวของอวัยวะต่างๆ ตามมา

กลุ่มผู้ป่วย Cohort ward มีปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ (Lymphocyte) ต่ำกว่ากลุ่ม Isolation room และกลุ่ม Isolation room มีปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ ต่ำกว่ากลุ่ม Field hospital เนื่องจากในผู้ป่วยที่มีอาการรุนแรงเมื่อร่างกายมีการติดเชื้อไวรัสโคโรนา-19 จะมีการหลั่งของไซโตไคน์ (cytokine) หรือสารโปรตีนจากเซลล์ต่างๆ ในระบบภูมิคุ้มกันเพื่อตอบสนองภาวะการอักเสบของร่างกายจะไปยับยั้งการเพิ่มจำนวนหรือทำลายเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ ทำให้ผู้ป่วยติดเชื้อโควิด-19 ที่มีอาการรุนแรง มีปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ลดลง และพบ reactive lymphocyte ได้บ่อยในสเมียร์เลือดของผู้ป่วย COVID-19 นอกจากนี้ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด lymphocyte ยังช่วยในการติดตามผู้ป่วยและพยากรณ์โรคได้เพราะปริมาณ lymphocyte เป็นตัวสะท้อนการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ซึ่งปริมาณ lymphocyte ต่ำจะแสดงถึงระบบภูมิคุ้มกันที่ต่ำไม่เพียงพอต่อการต้านและทำลายเชื้อโรค นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Zahorec R⁽¹³⁾ เพื่อดูสัดส่วนของเม็ดเลือดขาวชนิดนิวโตรฟิลและลิมโฟไซต์ (neutrophil-to-lymphocyte ratio : NLR) เพื่อบอกความรุนแรงของโรคพบว่าผู้ป่วยที่มีอาการรุนแรงจะมี NLR สูงกว่าผู้ป่วยที่มีอาการไม่รุนแรง การ

ตรวจพบเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ที่ต่ำในผู้ป่วยใหญ่ที่ติดเชื้อไวรัสโควิด-19 มีความสัมพันธ์กับอาการของโรคที่รุนแรงของโรค และการพยากรณ์โรคที่ไม่ดี เมื่อเทียบกับผู้ป่วยที่มีจำนวนเม็ดเลือดแดงต่ำกว่าปกติ

กลุ่มผู้ป่วย Cohort ward มีปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดโมโนไซต์ (Monocyte) ต่ำกว่ากลุ่ม Isolation room และกลุ่ม Isolation room มีปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดโมโนไซต์ (Monocyte) ต่ำกว่ากลุ่ม Field hospital เนื่องจากเม็ดเลือดขาวชนิดโมโนไซต์มีทำหน้าที่ทำลายดักจับกิน เชื้อโรคที่เข้าสู่ร่างกาย มักมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อร่างกายมีการติดเชื้อ และตอบสนองต่อภาวะติดเชื้อไวรัส จึงทำให้ตรวจพบปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดโมโนไซต์ในผู้ป่วยกลุ่ม Field hospital ได้สูงกว่ากลุ่มอื่น สอดคล้อง Caroline Junqueira et.al.⁽¹⁴⁾ ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณเม็ดเลือดขาวโมโนไซต์ในผู้ป่วยโควิด-19 จำนวน 22 ราย เทียบกับคนปกติจำนวน 19 ราย พบว่า เมื่อมีความเสียหายของเยื่อหุ้มเซลล์และมีการกระตุ้นการอักเสบ โมโนไซต์จะแสดงสัญญาณ pyroptosis และทำหน้าที่เป็นตัวแทนตอบสนองต่อการติดเชื้อในระยะแรก การศึกษาของ Lakshmi Supriya⁽¹⁵⁾ พบว่าในผู้ป่วยโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ที่มีอาการติดเชื้อระบบทางเดินหายใจเฉียบพลันรุนแรง ประมาณ 10% โมโนไซต์เหล่านี้จะตายไปและนำไปสู่การปล่อยไซโตไคน์ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับ COVID-19 ที่รุนแรงและวิกฤติ

กลุ่มผู้ป่วย Cohort ward มีปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดอีโอสิโนฟิล (Eosinophil) ต่ำกว่ากลุ่ม Isolation room และกลุ่ม Isolation room มีปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดอีโอสิโนฟิล (Eosinophil) ต่ำกว่ากลุ่ม Field hospital ผู้ป่วยติดเชื้อโควิด-19 จำนวนมากที่เข้ารับการรักษานในโรงพยาบาลปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดอีโอสิโนฟิลต่ำ (eosinopenia) ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิดอีโอสิโนฟิลเป็น biomarker สำหรับการประเมินและพยากรณ์โรค โดยเฉพาะภาวะ eosinopenia เป็นตัวชี้บ่งความรุนแรงของผู้ป่วยโรคติดเชื้อ COVID-19



ในขณะที่การเพิ่มขึ้นของปริมาณอีโอสิโนฟิลบ่งบอกถึงการพยากรณ์โรคที่เพิ่มขึ้นรวมถึงการเกิดภาวะแทรกซ้อนและการเสียชีวิตที่ลดลง (Carlo Lombardi และคณะ⁽¹⁶⁾) จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับอีโอสิโนฟิลในเลือดและอัตราการตายจากโควิด-19 ของ Bingdi Yan และคณะ⁽¹⁷⁾ พบว่าระดับของเม็ดเลือดขาวชนิดอีโอสิโนฟิลลดลงอย่างมีนัยสำคัญในผู้ป่วยที่มีอาการรุนแรงเมื่อเทียบกับผู้ป่วยที่มีอาการปานกลาง นอกจากนี้ระดับเม็ดเลือดขาวชนิดอีโอสิโนฟิลมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับการเพิ่มขึ้นของเกล็ดเลือดและระดับ D-dimer แต่ผกผันกับระดับค่า Uric , Creatinine , AST, LDH และ CPK

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

ควรนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ในการเฝ้าระวังความรุนแรงของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ผู้ป่วยโรค

ติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้ป่วยในหอผู้ป่วยรวม (Cohort ward) กลุ่มห้องแยกโรค (Isolation room) และกลุ่มผู้ป่วยโรงพยาบาลสนาม (Field hospital)

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรศึกษาค่าทางโลหิตวิทยาในกลุ่มผู้ป่วยโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 จำแนกตามกลุ่มอายุของกลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 และการเจ็บป่วยด้วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง

2) ควรศึกษาค่าทางโลหิตวิทยาภายหลังกลุ่มผู้ป่วยโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 จำหน่ายออกจากโรงพยาบาล 6 เดือน เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าทางโลหิตวิทยา

เอกสารอ้างอิง

1. World Health Organization. Naming the coronavirus disease (COVID-19) and the virus that causes it [Internet]. 2020 [cited 2023 Mar 19]. Available from: [https://www.who.int/emergencies/diseases/novelcoronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-\(covid-2019\)-and-the-virus-that-causes-it](https://www.who.int/emergencies/diseases/novelcoronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-(covid-2019)-and-the-virus-that-causes-it)
2. World Health Organization Emergency Committee. Statement on the second meeting of the International Health Regulations (2005) Emergency Committee regarding the outbreak of novel coronavirus (2019-nCoV) [Internet]. Geneva: WHO; 2020. Available from: [https://www.who.int/news-room/detail/30-01-2020-statement-on-the-second-meeting-of-the-international-health-regulations-\(2005\)-emergency-committee-regarding-the-outbreak-of-novel-coronavirus-\(2019-ncov\)](https://www.who.int/news-room/detail/30-01-2020-statement-on-the-second-meeting-of-the-international-health-regulations-(2005)-emergency-committee-regarding-the-outbreak-of-novel-coronavirus-(2019-ncov))
3. กรมการแพทย์. แนวทางเวชปฏิบัติ การวินิจฉัย ดูแล รักษาและป้องกันการติดเชื้อในโรงพยาบาล กรณีโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 [ออนไลน์]. 2563 [เข้าถึงเมื่อ 19 มีนาคม 2566]. เข้าถึงได้จาก : https://covid19.dms.go.th/backend/Content/Content_File/Covid_Health/Attach/25650518154445PM_CP_G_COVID-19_v.23_n_20220518.pdf
4. Tantanate, C. (2020). Complete blood count in COVID-19. Retrieved from https://r8way.moph.go.th/r8wayadmin/page/uploads_file/20200519042313_Sysmex%20Educationa%20Article%20Complete%20Blood%20Count%20in%20COVID%20.pdf [in Thai]
5. Thaenkaew, S., & Wongkham, S. (2016). Application of using blood neutrophil to lymphocyte ratio for prognosis. Srinagarind Medical Journal, 31(5), 332-338. [in Thai]

6. สมชาย แพรพิรุณ และณาน ปัทมะ พลอย. การเปลี่ยนแปลงค่าความสมบูรณ์ของเลือดในขณะติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 และหลังจากการรักษา ในกลุ่มผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อ เขตมาบตาพุด จังหวัดระยอง. วารสารคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา 2565;4:78-90
7. Ferrari D, Motta A, Strotlo M, Banfi G, Locatelli M. Routine blood tests as a potential diagnostic tool for COVID-19. Clin Chem Lab Med. 2020. doi: 10.1515/cclm-2020-0398.
8. Henry BM, de Oliveira MHS, Benoit S, Plebani M, Lippi G. Hematologic, biochemical and immune biomarker abnormalities associated with severe illness and mortality in coronavirus disease 2019 (COVID-19): a meta-analysis. Clin Chem Lab Med. 2020. doi: 10.1515/cclm-2020-0369.
9. Fan BE, Chong VCL, Chan SSW, Lim GH, Lim KGE, Tan GB, et al. Hematologic parameters in patients with COVID-19 infection. Am J Hematol.. 2020. doi: 10.1002/ajh.25774.
10. Thaenkaew, S., & Wongkham, S. Application of using blood neutrophil to lymphocyte ratio for prognosis. Srinagarind Medical Journal 2016; 31(5), 332-338. [in Thai]
11. Thomas, T., Stefanoni, D., Dzieciatkowska, M., Issaian, A., Nemkov, T., Hill, R. C., Francis, R. O., Hudson, K. E., Buehler, P. W., Zimring, J. C., Hod, E. A., Hansen, K. C., Spitalnik, S. L., & D'Alessandro, A. (2020). Evidence of structural protein damage and membrane lipid remodeling in red blood cells from COVID-19 patients. Journal of Proteome Research, 19(11), 4455-4469
12. Guo G, Ye L, Pan K, Chen Y, Xing D, Yan K, et al. new insights of emerging SARS-CoV-2: epidemiology, etiology, clinical features, clinical treatment, and prevention. Front Cell Dev Biol 2020; 8:410.
13. Zahorec R. Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio (NLR) Is a Promising Predictor of Mortality and Admission to Intensive Care Unit of COVID-19 Patients [Internet]. 2022 [cited 2023 May 19]. Available from: Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio (NLR) Is a Promising Predictor of Mortality and Admission to Intensive Care Unit of COVID-19 Patients - PMC (nih.gov)
14. Caroline Junqueira et al. FcγR-mediated SARS-CoV-2 infection of monocytes activates inflammation [Internet]. 2022 [cited 2023 May 19]. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41586-022-04702-4>
15. Lakshmi Supriya. Triple mutation in SARS-CoV-2 seen in second wave of COVID-19 in India [Internet]. 2021 [cited 2023 May 19]. Available from: <https://www.news-medical.net/news/20210427/Triple-mutation-in-SARS-CoV-2-seen-in-second-wave-of-COVID-19-in-India.aspx>
16. Carlo Lombardi, Diego Bagnasco, Giovanni Passalacqua. COVID-19, Eosinophils, and Biologicals for Severe Asthma [Internet]. 2021 [cited 2023 May 7]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35769563/>
17. Bingdi Yan,a, Junling Yang,a, Yan Xie,b and Xiaolei Tangc,d. Relationship between blood eosinophil levels and COVID-19 mortality [Internet]. 2021 [cited 2023 May 18]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7877210/>