บทฟื้นฟูวิชาการ Academic revival chapter

การแปลผลการตรวจก๊าซในเลือดแดงอย่างง่าย

ศิริวรรณ วงศ์ประกรณ์กุล พย.ม.*

บทคัดย่อ

ความผิดปกติของสมดุลกรด–ด่างในร่างกายอาจนำไปสู่ภาวะแทรกซ้อนที่รุนแรงและในบางครั้งความผิดปกติอาจรุนแรงจนกลายเป็นปัจจัยเสี่ยงที่คุกคามถึงชีวิต การวิเคราะห์และติดตามค่าก๊าซในเลือดแดงจึงมีความสำคัญในการวินิจฉัยอาการและการบริหารออกซิเจนให้แก่ผู้ป่วย ความเข้าใจเกี่ยวกับสมดุลของกรด–ด่างอย่างถ่องแท้ จึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับทีมสุขภาพ เพื่อให้สามารถประเมินผู้ป่วยได้อย่างครอบคลุมและให้การช่วยเหลือได้อย่างรวดเร็ว ลดความเสี่ยงต่อภาวะแทรกซ้อนต่าง ๆ ที่จะเกิดตามมา แต่เนื่องจากความเข้าใจเกี่ยวกับก๊าซในเลือดแดงและการแปลผลบางครั้งอาจเกิดความสับสนและเป็นเรื่องที่เข้าใจยาก มีวิธีในการแปลผลที่หลากหลาย ดังนั้น บทความนี้จึงนำเสนอวิธีการอ่านอย่างเป็นระบบทีละขั้นตอน เพื่อช่วยให้อ่านผลก๊าซในเลือดแดงได้ง่ายมากขึ้น ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ 1) ประมินออกซิเจน 2) ประเมินความเป็นกรดหรือด่าง (pH) 3) ประเมินแรงดันย่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดแดง ($PaCO_2$) 4) ประเมินความเข้มข้นของไบคาร์บอเนตไอออน (HCO_3^-) 5) ระบุที่มาของความผิดปกติของสมดุลกรด–ด่าง 6) พิจารณากลไกการปรับชดเชย และ 7) สรุปการแปลผลตรวจก๊าซในเลือดแดง การประยุกต์ใช้แนวคิดเรื่องความสมดุลกรด–ด่างในการดูแลผู้ป่วยได้อย่างเหมาะสมจะช่วยให้การดูแลสุขภาพผู้ป่วยไม่ใช่เพียงเพื่อการติดตามอาการของผู้ป่วยเท่านั้น แต่ยังสามารถประเมินประสิทธิผลของการดูแลผู้ป่วยได้อีกด้วย

คำสำคัญ: ก๊าซในเลือดแดง การแปลผลตรวจก๊าซในเลือดแดง สมดุลกรด–ด่าง

* พยาบาลวิชาชีพชำนาญการพิเศษ ภาควิชาการพยาบาลผู้ใหญ่และผู้สูงอายุ วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี อุดรธานี

Easy Interpretation of Arterial Blood Gases

Siriwan Wongprakornkul M.N.S.*

ABSTRACT

Acid–base balance disorders could lead to severe complications and sometimes the abnormality may be severe until it becomes a life–threatening risk factor. Arterial blood gas (ABG) analysis and monitoring is important for symptom diagnosis and oxygen administration for patients. Comprehensive understanding of the acid–base balances is important for the healthcare team to extensively assess the patient and then provide rapid assistance. This could reduce the risk of subsequence complications. However, the understanding and interpretation of ABG could sometimes be confusing and difficult. There are many methods in interpretation of ABGs. Therefore, this article has described a step–by–step ABG interpretation which included 7 steps; 1) oxygenation assessment 2) acidity or alkalinity (pH) assessment 3) assessment of partial pressure of carbon dioxide ($PaCO_2$) 4) assessment of bicarbonate ions concentration (HCO_3^-) 5) Identification of the origin of acid–base disturbance 6) determination of the compensation mechanism and 7) summary of ABG interpretation. The proper application of the concept of acid–base balance in patient care could be useful not only for monitoring of patient symptom, but also evaluating the effectiveness of patient care.

Keywords: Arterial blood gas, Interpretation of arterial blood gas, Acid–base balance

* Registered Nurse (Senior Professional Level), Department of Adult and Aging Nursing, Boromarajonani College of Nursing Udonthani

บทนำ

ความผิดปกติของสมดุลกรด–ด่างเป็นภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (H^+) หรือไบคาร์บอเนตไอออน (HCO_3^-) ซึ่งนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงค่าที่แสดงความเป็นกรดหรือด่าง (pH) ของเลือดแดง และส่งผลกระทบต่อระบบต่าง ๆ ของร่างกายที่หลากหลาย อาจจะรุนแรงจนกระทั่งคุกคามถึงชีวิตได้ ความผิดปกติของสมดุลกรด–ด่างนี้สามารถแบ่งได้ว่าเป็นกรดหรือเป็นด่าง และมีต้นกำเนิดจากระบบหายใจหรือเมตาบอลิซึม ขึ้นอยู่กับสาเหตุของความไม่สมดุล การวินิจฉัยทำได้โดยการแปลผลการตรวจก๊าซในเลือดแดง (Arterial blood gas: ABG) ซึ่งเป็นทักษะที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับทีมสุขภาพเพื่อการวินิจฉัยที่แม่นยำ สามารถระบุสาเหตุที่แท้จริงเพื่อให้การรักษาได้อย่างเหมาะสมและลดภาวะแทรกซ้อนที่จะเกิดตามมา

องค์ประกอบพื้นฐานของ ABG

การประเมินสภาวะผู้ป่วยโดยใช้ผลตรวจ ABG ทั่วไปจะประกอบด้วยข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญ ดังนี้ 1) เปอร์เซ็นต์ความอิ่มตัวของออกซิเจนในฮีโมโกลบิน (SaO_2) 2) แรงดันย่อยออกซิเจน (PaO_2) ที่ละลายในเลือดแดง 3) ความเป็นกรดหรือด่าง (pH) ของเลือดแดง 4) แรงดันย่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ($PaCO_2$) ในเลือดแดง และ 5) ความเข้มข้นของไบคาร์บอเนตไอออน (HCO_3^-) ในเลือดแดง โดยค่าปกติของก๊าซในเลือดแดงในผู้ใหญ่ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าปกติของก๊าซในเลือดแดง (ABG) ในผู้ใหญ่[1,2]

ABGs	ค่าปกติ
pH	7.35 – 7.45
$PaCO_2$	35 – 45 mmHg
PaO_2	80 –100 mmHg
HCO_3^-	22 –26 mEq/liter
SaO_2	95 – 100 %

องค์ประกอบพื้นฐานของ ABG มีรายละเอียดดังนี้

1. เปอร์เซ็นต์ความอิ่มตัวของออกซิเจนในฮีโมโกลบิน (SaO_2) และแรงดันย่อยออกซิเจนที่ละลายในเลือดแดง (PaO_2)

SaO_2 และ PaO_2 เป็นค่าที่บอกถึงปริมาณออกซิเจนในเลือดแดง ซึ่งโดยปกติการขนส่งออกซิเจนในร่างกายมี 2 รูปแบบ ดังนี้[1,2,3,4]

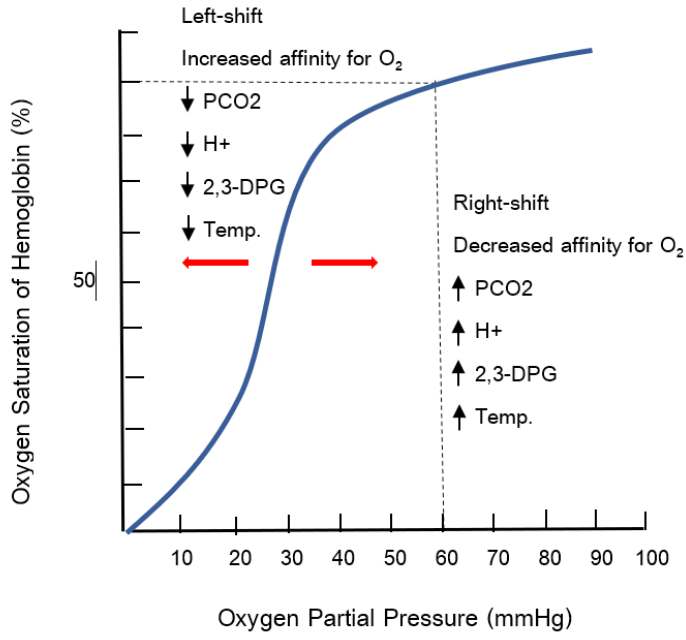
1.1 ออกซิเจนจับกับฮีโมโกลบินในเซลล์เม็ดเลือดแดง เรียกว่า ออกซิฮีโมโกลบิน (oxyhemoglobin) สามารถวัดได้จากเครื่องตรวจวัดความอิ่มตัวของฮีโมโกลบินจากชีพจร (pulse oximeter) เป็นค่า SaO_2 ปกติต้องมีค่ามากกว่า 95% ถ้ามีค่าลดลงตั้งแต่ 90% ลงไปจะต้องรีบประเมินผู้ป่วยและให้ออกซิเจน

1.2 ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในเลือด มีประมาณ 3% วัดเป็นค่า PaO_2 ระดับของ PaO_2 ที่วัดได้นั้นจะสัมพันธ์กับระดับ SaO_2 เนื่องจากออกซิเจนที่ละลายในเลือดจะรวมเข้ากับฮีโมโกลบินในเซลล์เม็ดเลือดแดงด้วย ถ้า PaO_2 สูง ฮีโมโกลบินจะจับกับโมเลกุลของออกซิเจนอย่างรวดเร็วจนกระทั่งฮีโมโกลบินอิ่มตัว ณ จุดนี้ SaO_2 อาจจะถึง 100% ค่า PaO_2 สามารถมีค่าได้มากกว่าค่าปกติ

ความสัมพันธ์ระหว่าง PaO_2 และ SaO_2 เราจะพบว่า เมื่อ PaO_2 สูงขึ้น ฮีโมโกลบินก็จะจับออกซิเจนได้มากขึ้น แต่เปอร์เซ็นต์การอิ่มตัวที่เพิ่มขึ้นไม่ได้เป็นสัดส่วนโดยตรงกับ PaO_2 นั่นคือ กราฟความสัมพันธ์ที่ได้จะไม่เป็นเส้นตรงแต่จะออกมาเป็นเส้นโค้งรูปตัว S เรียกว่า oxygen–hemoglobin dissociation curve (ภาพที่ 1) และมีปัจจัยหลายประการในร่างกายทำให้เส้นกราฟเลื่อนไปทางซ้ายและขวา โดยถ้าเส้นกราฟเลื่อนไปทางขวา (shifted to the right) แสดงว่า ฮีโมโกลบินจับออกซิเจนได้น้อยลง (hemoglobin's decreased O_2–affinity) และสามารถปล่อยออกซิเจนให้เซลล์ได้ง่าย เช่น เมื่อ pH ในเลือดลดลง อุณหภูมิร่างกายสูงขึ้น หรือ $PaCO_2$ เพิ่มขึ้น ในทางกลับกันหากเส้นกราฟเลื่อนไปทางซ้าย (shifted to the left) แสดงว่าฮีโมโกลบินจับออกซิเจนได้มากขึ้น (hemoglobin's increased

O_2–affinity) หรือฮีโมโกลบินปล่อยออกซิเจนออกน้อยลง เช่น เมื่อ pH ในเลือดเพิ่มขึ้น อุณหภูมิร่างกายลดลง หรือ $PaCO_2$ ลดลง[3,4,5]

ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่าง SaO_2 และ PaO_2 (Oxygen–Hemoglobin dissociation curve) ดัดแปลงจาก https://step1.medbullets.com/respiratory/117014/oxygen–hemoglobin–dissociation–curve[3]



ถ้าผู้ป่วยมีภาวะออกซิเจนในเลือดลดลง (hypoxemia) จะทำให้ค่า PaO_2 และ SaO_2 ต่ำกว่าปกติ และสามารถแบ่งระดับความรุนแรงของภาวะพร่องออกซิเจนได้ดังนี้[6]

–พร่องออกซิเจนเล็กน้อย (mild hypoxemia) หมายถึง ภาวะที่แรงดันย่อยออกซิเจนในเลือดแดง (PaO_2) อยู่ระหว่าง 60–79 mmHg

–พร่องออกซิเจนปานกลาง (moderate hypoxemia) หมายถึง ภาวะที่แรงดันย่อยออกซิเจนในเลือดแดง (PaO_2) อยู่ระหว่าง 40–59 mmHg

–พร่องออกซิเจนรุนแรง (severe hypoxemia) หมายถึง ภาวะที่แรงดันย่อยออกซิเจนในเลือดแดง (PaO_2) น้อยกว่า 40 mmHg

2. ความเป็นกรดหรือด่าง (pH)

ค่า pH บอกถึงสภาวะของกรดหรือด่างในร่างกาย เป็นการวัดความเป็นกรด–ด่างของสารละลาย สารละลายที่มีไฮโดรเจนไอออน (H^+) มากจะเป็นกรด ร่างกายเรามีค่าช่วง pH ปกติค่อนข้างแคบ (7.35–7.45) ถ้า pH ต่ำกว่า 6.8 หรือ สูงกว่า 7.8 จะทำให้กระบวนการเผาผลาญในร่างกายล้มเหลวและทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิตได้ ค่า pH ที่ต่ำกว่าปกติ (pH < 7.35) เลือดจะมีความเป็นกรด เรียกว่า acidemia ถ้ามีค่าสูงกว่าปกติ (pH > 7.45) เลือดจะมีความเป็นด่าง เรียกว่า alkalemia[1,4,5,6,7]

3. แรงดันย่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดแดง ($PaCO_2$)

$PaCO_2$ เป็นค่าพารามิเตอร์ของระบบหายใจบ่งบอกถึงความสามารถในการระบายอากาศ เป็นแรงดันย่อยของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในพลาสมา และมีความสัมพันธ์โดยตรงกับคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิตจากเซลล์ ถูกควบคุมโดยปอดและสามารถใช้พิจารณาความผิดปกติของสมดุลกรด–ด่างที่มีต้นกำเนิดจากระบบหายใจ ค่านี้มีความสัมพันธ์ผกผันกับอัตราการระบายอากาศของถุงลม ดังนั้นผู้ป่วย

ที่มีอัตราการหายใจช้า (Bradypnea) จะเกิดการคั่งของคาร์บอนไดออกไซด์ หากมีการระบายอากาศออกจากร่างกายเพิ่มขึ้นค่า $PaCO_2$ จะลดลง และหากการระบายอากาศลดลงค่า $PaCO_2$ จะเพิ่มขึ้น ค่า $PaCO_2$ ปกติคือ 35–45 mmHg ถ้า $PaCO_2$ < 35 mmHg บ่งบอกถึงการเกิดภาวะด่างจากการหายใจ (respiratory alkalosis) และหาก $PaCO_2$ > 45 mmHg จะหมายถึง เกิดภาวะกรดจากการหายใจ (respiratory acidosis) ร่างกายสามารถปรับชดเชยระดับ $PaCO_2$ เพื่อรักษาสมดุลกรด–ด่างได้ภายในไม่กี่นาที โดยเพิ่มหรือลดอัตราการหายใจ หรือปริมาณของอากาศที่หายใจ[1,2,5,7,8]

4. ความเข้มข้นของไบคาร์บอเนตไอออน (HCO_3^-)

ความเข้มข้น HCO_3^- เป็นพารามิเตอร์ของกระบวนการเมตาบอลิซึม เป็นองค์ประกอบของกรดหรือด่างที่ควบคุมโดยไต ทำหน้าที่เป็นเสมือนระบบบัฟเฟอร์ (buffer) ของร่างกาย เราสามารถใช้ค่าความเข้มข้นของ HCO_3^- ในการพิจารณาที่มาของความผิดปกติของสมดุลกรด–ด่างในร่างกายได้ ถ้าค่า HCO_3^- < 22 mEq/liter บ่งบอกมีภาวะกรดจากกระบวนการเมตาบอลิซึม (metabolic acidosis) ถ้าค่า HCO_3^- > 26 mEq/liter[1,5,7] บอกถึงมีภาวะด่างจากกระบวนการเมตาบอลิซึม (metabolic alkalosis) และแตกต่างจากระบบหายใจที่มีกลไกการปรับชดเชยโดยการเปลี่ยนแปลงระดับของ $PaCO_2$ ได้รวดเร็ว ส่วนระบบไตต้องใช้เวลาในการเปลี่ยนแปลงระดับของ HCO_3^- ที่นานกว่า ในคนที่ไตทำหน้าที่เป็นปกติ HCO_3^- จะปรับชดเชยต้องใช้เวลาหลายชั่วโมง สำหรับในบางคน เช่น ผู้สูงอายุ หรือผู้ที่มีการทำหน้าที่ของไตลดลง การปรับชดเชย HCO_3^- อาจต้องใช้เวลาหลายวัน[5,7]

ตัวอย่างสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมดุลของกรด–ด่างในร่างกายอย่างเฉียบพลัน อาทิ การได้รับยาออกฤทธิ์สงบประสาท (sedative drug) มากเกินไป หรือการบาดเจ็บที่ศีรษะ ทำให้เกิดภาวะ respiratory acidosis ความวิตกกังวล หรือภาวะซึด ทำให้เกิดภาวะ respiratory alkalosis การอดอาหาร หรือภาวะเบาหวาน คีโตแอซิโดสีส ทำให้เกิดภาวะ metabolic acidosis และ การอาเจียนรุนแรง หรือการดูดสารคัดหลั่งในกระเพาะอาหารเป็นเวลานาน ทำให้เกิดภาวะ metabolic alkalosis[4,7,9]

กลไกการปรับชดเชยสมดุลกรด–ด่าง

กลไกการปรับชดเชยสมดุลกรด – ด่างของร่างกายในการรักษาระดับ pH ให้เป็นปกติประกอบด้วยระบบหายใจควบคุมระดับของคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และระบบไตควบคุมระดับของไบคาร์บอเนต (HCO_3) ร่างกายเราใช้สองระบบนี้ในทิศทางตรงกันข้ามกันในการรักษาสมดุลของ pH ยกตัวอย่าง เช่น ถ้าระบบใดระบบหนึ่งเปลี่ยนเป็นกรด อีกระบบจะปรับชดเชยไปในทิศทางของด่าง[1,2,5,7,8]

ในผู้ป่วยที่มีอัตราการหายใจเร็วจะมีการขับคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาก ค่า $PaCO_2$ จะลดลง และค่า pH จะเพิ่มขึ้นในเลือดแดง ร่างกายมีภาวะเป็นด่าง ร่างกายจะพยายามปรับชดเชยภาวะด่างโดยการขับไบคาร์บอเนตออกที่ไตเพิ่มมากขึ้น เพื่อทำให้เลือดแดงมีความเป็นกรดเพิ่ม[2,7]

ในกรณีที่ไม่มีการปรับชดเชย (uncompensated) หมายถึง เมื่อระบบหนึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมดุลกรด–ด่างในร่างกาย (ระบบหายใจหรือระบบไต) อีกระบบไม่มีการปรับชดเชยเพื่อรักษาสมดุลค่า pH[2,5,7]

การปรับชดเชยบางส่วน (partially compensated) หมายถึง ระบบใดระบบหนึ่งของร่างกายพยายามจะปรับชดเชยแต่ไม่สามารถปรับชดเชยได้เพียงพอเพื่อให้ค่า pH กลับมาเป็นปกติ ในกรณีนี้ค่าระบบตรงกันข้ามจะอยู่นอกช่วงค่าปกติในทิศทางตรงข้ามกับสาเหตุของปัญหา[2,5,7]

การปรับชดเชยสมบูรณ์ (fully compensated) หมายถึง ค่า pH ของผู้ป่วยจะอยู่ในช่วงปกติ และในขณะเดียวกันค่าของระบบหายใจและไต (PaO_2 และ HCO_3^-) จะอยู่นอกช่วงค่าปกติและในลักษณะทิศทางตรงกันข้ามกัน[2,5,7]

หากระดับคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดเพิ่ม ทำให้มีปริมาณ H^+ มาก และค่า pH ลดลง เกิดภาวะกรด แต่

ถ้าคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดลดลง มีปริมาณ H^+ เพียงเล็กน้อย และค่า pH สูงขึ้น เกิดภาวะด่าง หากปริมาณ HCO_3^- ในเลือดเพิ่มจะนำ H^+ ออกจากระบบไหลเวียนเกิดภาวะด่าง แต่ถ้าปริมาณ HCO_3^- ในเลือดลดลงจะปล่อย H^+ เข้าสู่ระบบไหลเวียนเกิดภาวะกรด

การแปลผลการตรวจ ABG

การแปลผลการตรวจ ABG มีด้วยกัน 7 ขั้นตอน ดังนี้[1,2,5,6,7,8]

ขั้นตอนที่ 1 พิจารณาระดับ PaO_2 และ SaO_2 เพื่อดูว่ามีภาวะพร่องออกซิเจนหรือไม่ และจำเป็นต้องให้ออกซิเจนหรือไม่ ภาวะพร่องออกซิเจนมี 3 ระดับ ดังนี้

Mild hypoxemia หมายถึง ค่า PaO_2 อยู่ระหว่าง 60 – 79 mmHg

Moderate hypoxemia หมายถึง ค่า PaO_2 อยู่ระหว่าง 40 – 59 mmHg

Severe hypoxemia หมายถึง ค่า PaO_2 น้อยกว่า 40 mmHg

ขั้นตอนที่ 2 พิจารณาระดับ pH ว่าค่าอยู่ที่ความเป็นกรดหรือด่าง โดยพิจารณาดังนี้

ค่า pH อยู่ระหว่าง 7.35 – 7.40 ถือว่าเป็นกรดในระดับปกติ

ค่า pH อยู่ระหว่าง 7.41 – 7.45 ถือว่าเป็นด่างในระดับปกติ

ค่า pH ต่ำกว่า 7.35 ถือว่าเป็นกรดโดยสมบูรณ์

ค่า pH สูงกว่า 7.45 ถือว่าเป็นด่างโดยสมบูรณ์

ขั้นตอนที่ 3 พิจารณาค่า $PaCO_2$ ว่าความเป็นกรด–ด่างเกิดจากระบบหายใจหรือไม่

$PaCO_2$ < 35 mmHg เป็นภาวะ respiratory alkalosis

$PaCO_2$ > 45 mmHg เป็นภาวะ respiratory acidosis

ขั้นตอนที่ 4 พิจารณาค่า HCO_3^- ว่าความเป็นกรด–ด่างเกิดจากกระบวนการเมตาบอลิซึมหรือไม่

HCO_3^- < 22 mEq/liter เป็นภาวะ metabolic acidosis

HCO_3^- > 26 mEq/liter เป็นภาวะ metabolic alkalosis

ขั้นตอนที่ 5 ระบุที่มาของความผิดปกติของกรด–ด่างว่าเป็นระบบหายใจหรือเมตาบอลิซึม โดยพิจารณาจับคู่เหมือนกันระหว่างค่า pH (ขั้นตอนที่ 2) กับ ค่า $PaCO_2$ (ขั้นตอนที่ 3) และค่า HCO_3^- (ขั้นตอนที่ 4)

ขั้นตอนที่ 6 พิจารณาว่าผู้ป่วยอยู่ในภาวะใดของกลไกการปรับชดเชย โดยพิจารณาดังนี้[2,5,7]

Fully compensated หมายถึง ค่า pH อยู่ในช่วงค่าปกติ (7.35 – 7.45) และค่าของระบบหายใจและไต (PaO_2 และ HCO_3^-) อยู่นอกช่วงค่าปกติและในลักษณะทิศทางตรงกันข้าม

Partially compensated หมายถึง ค่า pH ไม่อยู่ในช่วงค่าปกติ และค่าระบบตรงกันข้ามกับระบบที่เป็นสาเหตุของความผิดปกติกรดหรือด่าง ($PaCO_2$ หรือ HCO_3^-) อยู่นอกช่วงค่าปกติและในทิศทางตรงกันข้าม

Uncompensated หมายถึง ค่า pH ไม่อยู่ในช่วงปกติ และค่าระบบตรงกันข้ามกับระบบที่เป็นสาเหตุของความผิดปกติกรดหรือด่าง ($PaCO_2$ หรือ HCO_3^-) ยังคงอยู่ในช่วงค่าปกติ

ขั้นตอนที่ 7 นำค่าที่อ่านได้ทั้งหมดตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1–6 มาเขียนรวมกัน จะได้เป็นสรุปการแปลผลการตรวจ ABG ของผู้ป่วย

ตัวอย่างการแปลผลการตรวจ ABG

ตัวอย่างที่ 1 ผลการตรวจ ABG ของผู้ป่วยเป็นดังนี้

pH = 7.52, $PaCO_2$ = 30 mmHg, HCO_3^- = 24 mEq/liter, PaO_2 = 89 mmHg, SaO_2 = 96%

ขั้นตอนที่ 1 พิจารณาค่า PaO_2 และ SaO_2 โดย PaO_2 = 89 mmHg และ SaO_2 = 96% อยู่ในช่วงค่าปกติ ผู้ป่วยไม่มีภาวะพร่องออกซิเจน (no hypoxemia) แปลผลเป็น ภาวะออกซิเจนในเลือดปกติ (normal oxygenation)

ขั้นตอนที่ 2 พิจารณาค่า pH = 7.52 สูงกว่า

ช่วงค่าปกติ แปลผลเป็น ด่างโดยสมบูรณ์ (alkalosis)

ขั้นตอนที่ 3 พิจารณาค่า $PaCO_2$ = 30 mmHg ซึ่งต่ำกว่าช่วงค่าปกติ โดยปกติ CO_2 จะรวมตัวกับ H_2O ได้เป็นกรดคาร์บอนิค (H_2CO_3) แต่ผลตรวจผู้ป่วยมีคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่าค่าปกติจึงไม่เกิดภาวะกรด กรณีนี้แปลผลเป็น respiratory alkalosis

ขั้นตอนที่ 4 พิจารณาค่า HCO_3^- = 24 mEq/liter ซึ่งอยู่ในช่วงค่าปกติ กรณีนี้แปลผลได้ว่า องค์ประกอบของเมตาบอลิซึมปกติ

ขั้นตอนที่ 5 ระบุที่มาของความผิดปกติของกรดหรือด่างว่าเกิดจากระบบหายใจหรือเมตาบอลิซึม โดยพิจารณาจับคู่เหมือนกันระหว่างค่า pH (ขั้นตอนที่ 2) กับ ค่า $PaCO_2$ (ขั้นตอนที่ 3) และค่า HCO_3^- (ขั้นตอนที่ 4) จึงสรุปผล ABG จากค่า pH เป็น alkalosis จับคู่ได้กับค่า $PaCO_2$ เป็น respiratory alkalosis แปลผลว่าผู้ป่วยมีภาวะ respiratory alkalosis

ขั้นตอนที่ 6 พิจารณาว่าผู้ป่วยอยู่ในภาวะใดของกลไกการปรับชดเชย ผู้ป่วยคนนี้ pH ไม่อยู่ในช่วงค่าปกติ และระบบตรงกันข้าม คือ HCO_3^- อยู่ในช่วงค่าปกติ แสดงว่าไม่มีการปรับชดเชย แปลผลเป็น uncompensated

ขั้นตอนที่ 7 นำค่าที่อ่านได้ทั้งหมดตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 – 6 เขียนรวมกันจะสรุปได้ว่า

การแปลผล ABG คือ uncompensated respiratory alkalosis with normal oxygenation

ตัวอย่างที่ 2 ผลการตรวจ ABG ของผู้ป่วยเป็นดังนี้

pH = 7.32, $PaCO_2$ = 31 mmHg, HCO_3^- = 19 mEq/liter, PaO_2 = 78 mmHg, SaO_2 = 89%

ขั้นตอนที่ 1 ค่า PaO_2 = 78 mmHg และ SaO_2 = 89% แปลผลเป็น ภาวะ mild hypoxia

ขั้นตอนที่ 2 ค่า pH 7.32 ต่ำกว่าช่วงค่าปกติ แปลผลเป็น กรดโดยสมบูรณ์ (acidosis)

ขั้นตอนที่ 3 ค่า $PaCO_2$ = 31 mmHg ต่ำกว่าช่วงค่าปกติ แปลผลเป็น ภาวะ respiratory alkalosis

ขั้นตอนที่ 4 ค่า HCO_3^- = 19 mEq/liter ต่ำกว่าช่วงค่าปกติ แปลผลเป็น ภาวะ metabolic acidosis

ขั้นตอนที่ 5 พิจารณาจับคู่เหมือนกันระหว่างค่า pH (ขั้นตอนที่ 2) กับค่า $PaCO_2$ (ขั้นตอนที่ 3) และค่า HCO_3^- (ขั้นตอนที่ 4) จึงสรุปการแปลผลเป็น ภาวะ metabolic acidosis

ขั้นตอนที่ 6 ค่า pH ไม่อยู่ในช่วงค่าปกติ และระบบตรงกันข้ามคือ $PaCO_2$ ไม่อยู่ในช่วงค่าปกติ แสดงว่ามีการปรับชดเชยบางส่วนแต่ยังไม่สมบูรณ์ เนื่องจาก pH ไม่กลับมาอยู่ในช่วงค่าปกติ จึงแปลผลเป็น partially compensated

ขั้นตอนที่ 7 สรุปการแปลผล ABG ของผู้ป่วย คือ partially compensated metabolic acidosis with mild hypoxemia

ตัวอย่างที่ 3 ผลการตรวจ ABG ของผู้ป่วยเป็นดังนี้

pH = 7.36, $PaCO_2$ = 29 mmHg, HCO_3^- = 20 mEq/liter, PaO_2 = 108 mmHg, SaO_2 = 99%

ขั้นตอนที่ 1 ค่า PaO_2 = 108 mmHg และ SaO_2 = 99% แปลผลเป็น ภาวะ normal oxygenation

ขั้นตอนที่ 2 ค่า pH = 7.36 อยู่ในช่วงค่าปกติ แปลผลเป็น กรดในระดับปกติ (acidosis)

ขั้นตอนที่ 3 ค่า $PaCO_2$ = 29 mmHg ต่ำกว่าช่วงค่าปกติ แปลผลเป็น ภาวะ respiratory alkalosis

ขั้นตอนที่ 4 ค่า HCO_3^- = 20 mEq/liter ต่ำกว่าช่วงค่าปกติ แปลผลเป็น ภาวะ metabolic acidosis

ขั้นตอนที่ 5 พิจารณาจับคู่เหมือนกันระหว่างค่า pH (ขั้นตอนที่ 2) กับค่า $PaCO_2$ (ขั้นตอนที่ 3) และค่า HCO_3^- (ขั้นตอนที่ 4) จึงสรุปการแปลผลเป็น ภาวะ metabolic acidosis

ขั้นตอนที่ 6 ค่า pH อยู่ในช่วงค่าปกติ และระบบตรงกันข้ามคือ $PaCO_2$ ไม่อยู่ในช่วงค่าปกติ แสดงว่ามีการปรับชดเชยสมบูรณ์ แปลผลเป็น fully compensated

ขั้นตอนที่ 7 สรุปการแปลผล ABG ของผู้ป่วย

คือ fully compensated metabolic acidosis with normal oxygenation

ตัวอย่างที่ 4 ผลการตรวจ ABG ของผู้ป่วยเป็นดังนี้

pH = 7.37, $PaCO_2$ = 58 mmHg, HCO_3^- = 29 mEq/liter, PaO_2 = 65 mmHg, SaO_2 = 78%

ขั้นตอนที่ 1 ค่า PaO_2 = 65 mmHg และ SaO_2 = 78% แปลผลเป็นภาวะ mild hypoxemia

ขั้นตอนที่ 2 ค่า pH = 7.37 อยู่ในช่วงค่าปกติ แปลผลเป็น กรดในระดับปกติ (acidosis)

ขั้นตอนที่ 3 ค่า $PaCO_2$ = 58 mmHg สูงกว่าช่วงค่าปกติ แปลผลเป็น ภาวะ respiratory acidosis

ขั้นตอนที่ 4 ค่า HCO_3^- = 29 mEq/liter สูงกว่าช่วงค่าปกติ แปลผลเป็นภาวะ metabolic alkalosis

ขั้นตอนที่ 5 พิจารณาจับคู่เหมือนกันระหว่างค่า pH (ขั้นตอนที่ 2) กับค่า $PaCO_2$ (ขั้นตอนที่ 3) และค่า HCO_3^- (ขั้นตอนที่ 4) จึงสรุปการแปลผลเป็น ภาวะ respiratory acidosis

ขั้นตอนที่ 6 ค่า pH อยู่ในช่วงค่าปกติ และระบบตรงกันข้ามคือ HCO_3^- ไม่อยู่ในช่วงค่าปกติ แปลผลเป็น fully compensated

ขั้นตอนที่ 7 สรุปการแปลผล ABG ของผู้ป่วย คือ fully compensated respiratory acidosis with mild hypoxemia

ลักษณะผลการตรวจ ABG ในผู้ป่วยรายนี้ พบในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (chronic obstructive pulmonary disease: COPD) และเป็นความผิดปกติของสมดุลกรด–ด่างที่พบเห็นได้ทั่วไปในผู้ป่วยที่มีอาการของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ทั้งนี้เนื่องจากแรงขับที่ทำให้เกิดการหายใจของผู้ป่วยไม่ได้เกิดจากคาร์บอนไดออกไซด์แต่เป็นระดับของออกซิเจนที่ต่ำ ผู้ป่วย COPD จึงให้การรักษาด้วยการให้ออกซิเจนระดับ 100% ในอัตราการไหลต่ำหรือความเข้มข้นของออกซิเจนที่ไม่สูงจนเกินไป หาก PaO_2 เพิ่ม แรงขับในการหายใจหรือการระบายอากาศของผู้ป่วยจะลดลง (hypoventilation) และอาจไม่หายใจได้[9,10]

วิจารณ์และสรุป

การแปลผลการตรวจ ABG แบบ 7 ขั้นตอน ที่รวบรวมในบทความนี้แตกต่างจากการแปลผลวิธีการอื่นๆ ตัวอย่างเช่น ไม่ได้กล่าวถึง base excess และการคำนวณค่า anion gap จากประสบการณ์การสอนนักศึกษาพยาบาลในการฝึกภาคปฏิบัติบนหอผู้ป่วยพบว่า การแปลผลการตรวจ ABG มักจะเกิดความสับสนยากต่อการทำความเข้าใจและไม่สามารถแปลผลได้อย่างแม่นยำ สำหรับการแปลผลอย่างเป็นระบบทีละขั้นตอนทำให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ ไม่สับสน และนักศึกษาสามารถแปลผลการตรวจได้ อย่างไรก็ตาม การจะแปลผลการตรวจ ABG ได้อย่างถูกต้องแม่นยำต้องอาศัยการฝึกฝนและมีการพิจารณาอย่างรอบครอบ นอกจากนี้การนำข้อมูลอาการทางคลินิกของผู้ป่วยกับภาวะออกซิเจนในเลือด การระบายอากาศ และความสมดุลของกรด–ด่าง มาร่วมในการวินิจฉัย จะช่วยให้ผู้ป่วยได้รับการดูแลรักษาที่เหมาะสมและทำให้การดูแลผู้ป่วยมีประสิทธิผลยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. Pagana KD, Pagana TJ and Pagana TN. Mosby's Diagnostic and Laboratory Test Reference. 13th ed. Canada: ELSEVIER; 2017.
2. Buche V. Arterial Blood Gases: A Simplified Bedside Approach. J of Neonatal Biology [Internet]. 2014 [cited 2020. September 27] ;3(4):1–5. Available from: https://www.longdom.org/open–access/arterial–blood–gases–a–simplified–bedsideapproach–2167–0897.1000153.pdf

3. Medbullets Tearm. Oxygen–Hemoglobin Dissociation Curve. [Internet]. 2016 [cited 2020 September 27]. Available from: https://step1.medbullets.com/respiratory/117014/oxygen–hemoglobin–dissociation–curve
4. สรีรวิทยา. ใน: ชุมพล ผลประมูล, สุรวัฒน์ จริยาวัฒน์. บรรณาธิการ. ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล; 2557.
5. Nursing Center. Arterial Blood Gas (ABG) Analysis. [Internet]. 2020 [cited 2020 September 29]. Available from: https://www.nursingcenter.com/getattachment/Clinical–Resources/nursing–pocket–cards/Arterial–Blood–Gas–(ABG)/Nursing–Pocket–Card_Arterial–Blood–Gas–(ABG)–Analysis_April–2020.pdf.aspx
6. RT staff. The ABCs of ABGs: Blood Gas Analysis. [Internet]. 2013 [cited 2021 February 5]. Available from: https://rtmagazine.com/department–management/clinical/the–abcs–of–abgs–blood–gas–analysis/
7. Burns SM, Delgado SA. AACN Essentials of Critical Care Nursing. 4th ed. USA: McGrew–Hill; 2019.
8. Cowley NJ, Owen A, Bion JF. Interpreting arterial blood gas results. BMJ 2013;346:f16.
9. Dewit SC, Stromberg HK, Dallred CV. Medical–Surgical Nursing Concepts and practice. 3th ed. USA: ELSEVIER; 2017.
10. Hinkle JL, Cheever KH. Brunner and Suddarth's Textbook of Medical–Surgical Nursing. 14th ed. China: Wolters Kluwer Health / Lippincott Williams & Wilkins; 2018.