

Short Note

PHARMACOTHERAPY

2565



ธีรพงษ์ ศรีศิลป์

SHORT NOTE
PHARMACOTHERAPY
2565

ผศ.ภก.ธีระพงษ์ ศรีศิลป์
(PharmD, BCPS)

Short Note Pharmacotherapy 2565

ธีระพงษ์ ศรีศิลป์

สงวนลิขสิทธิ์ตาม พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537

ห้ามลอกเลียน ดัดแปลง หรือทำซ้ำไม่ว่าส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้
เว้นแต่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

ISBN: 978-616-588-862-2

จัดพิมพ์โดย: ธีระพงษ์ ศรีศิลป์

<https://www.facebook.com/shortnotepharmacotherapy>

พิมพ์ที่: หจก.โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา

232/199 ซ.ศรีจันทร์ 39 ถ.ศรีจันทร์ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000

หจก.โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา Tel. 043-466444

คำนำ

หนังสือ Short Note Pharmacotherapy ได้จัดพิมพ์เล่มแรกในปี พ.ศ. 2555 และมีการปรับปรุงต่อเนื่องเรื่อยมาจนถึงฉบับปัจจุบัน ซึ่งเป็นฉบับครบรอบปีที่ 10 โดยการปรับปรุงปี พ.ศ. 2565 นี้ ผู้เรียบเรียงได้เพิ่มเติมเนื้อหาตามแนวทางการรักษาใหม่ และปรับปรุงคำอธิบายเรื่องโรคและยาเพิ่มเติม โดยจุดมุ่งหมายของการทำหนังสือเล่มนี้ยังคงเดิม คือเพื่อรวบรวมประเด็นสำคัญในด้านเภสัชกรรมบำบัดเป็นเนื้อหาขนาดย่อ เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจและจดจำ อย่างไรก็ตามเนื้อหาในหนังสืออาจมีข้อมูลที่ไม่ครบถ้วนในบางประเด็น จึงมีความจำเป็นที่ผู้อ่านต้องค้นคว้าเพิ่มเติม เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ในการดูแลผู้ป่วยอย่างเหมาะสมมากที่สุด

คุณความดีอันพึงมีของหนังสือเล่มนี้ ขอมอบแด่บิดามารดาและครูอาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาแก่ข้าพเจ้า ตลอดจนผู้ให้คำแนะนำในด้านต่าง ๆ หากผู้อ่านพบข้อผิดพลาดประการใด โปรดให้คำชี้แนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

ธีระพงษ์ ศรีศิลป์

กุมภาพันธ์ 2565

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทที่ 1 Introduction	
แนวคิดด้านการบริหารทางเภสัชกรรม.....	8
การแปลผลทางห้องปฏิบัติการ.....	10
บทที่ 2 Cardiovascular disorders	
Hypertension.....	33
Dyslipidemia.....	58
Coronary artery disease.....	74
Stroke.....	101
Heart failure.....	115
Atrial fibrillation.....	136
Critical Care in CVS.....	151
บทที่ 3 Endocrinologic disorders	
Diabetes mellitus.....	174
Thyroid disorders.....	196
บทที่ 4 Renal disorders	
Acid-base imbalance.....	204
Acute kidney injury.....	207
Chronic kidney disease.....	210

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 5 Infectious diseases	
Antimicrobial regimen selection.....	222
Central nervous system infections.....	257
Infective endocarditis.....	260
Pneumonia.....	261
Intra-abdominal infections.....	271
Urinary tract infections.....	277
Skin and soft tissue infections.....	280
Bone and joint infections.....	281
Sepsis and septic shock.....	283
HIV/AIDS and opportunistic infections.....	286
Tuberculosis.....	308
Systemic fungal infections.....	317
Parasitic infections.....	321
บทที่ 6 Gastrointestinal disorders	
Upper gastrointestinal bleeding.....	335
Peptic ulcer disease.....	337
Gastroesophageal reflux disease.....	344
Constipation.....	348
Diarrhea.....	352
Liver cirrhosis.....	360

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 7 Neurologic disorders	
Epilepsy.....	366
Parkinson's disease.....	380
บทที่ 8 Psychiatric disorders	
Depressive disorders.....	388
Bipolar disorder.....	394
Anxiety disorders.....	399
Schizophrenia.....	405
บทที่ 9 Bone and Joint Disorders	
Gouty arthritis.....	412
Osteoarthritis.....	423
Osteoporosis.....	429
Rheumatoid arthritis.....	437
บทที่ 10 Respiratory disorders	
Asthma.....	445
Chronic obstructive pulmonary disease.....	456
บทที่ 11 การแพ้ยาข้ามกลุ่มที่พบบ่อย	
การแพ้ยาข้ามกลุ่มที่พบบ่อย.....	464

บทที่ 1 Introduction

แนวคิดด้านการบริหารทางเภสัชกรรม

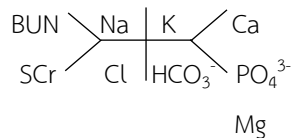
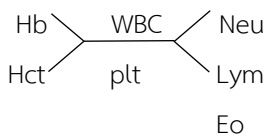
- การบริหารทางเภสัชกรรมเป็นความรับผิดชอบของเภสัชกรต่อการรักษา เพื่อให้เกิดผลลัพธ์ทางคลินิก (clinical outcomes) อันจะนำไปสู่การเพิ่มคุณภาพชีวิตให้กับผู้ป่วย ซึ่งผลลัพธ์เหล่านั้นได้แก่
 - หายจากโรค
 - กำจัดหรือบรรเทาอาการ
 - ชะลอการดำเนินไปของโรค
- กิจกรรมเพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์ทางคลินิกได้แก่ กิจกรรมที่จัดการกับปัญหาที่เกี่ยวกับยา (drug related problems; DRPs) ดังนี้
 - การค้นหาปัญหาที่เกี่ยวกับยา
 - การป้องกันปัญหาที่เกี่ยวกับยาที่ยังไม่เกิดขึ้น (potential DRPs)
 - การแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวกับยาที่เกิดขึ้นแล้ว (actual DRPs)
- ปัญหาที่เกี่ยวกับยาได้แก่
 - ไม่ได้รับการรักษาด้วยยา (untreated indication) เช่น ไม่ได้รับยาแก้ไขภาวะ hypokalemia, ไม่ได้รับยาภาวะ anemia เป็นต้น
 - ได้รับยาที่ไม่เหมาะสม (improper drug selection) เช่น เลือกยา beta-blocker เป็นตัวแรกในการลดความดันโลหิตในผู้ป่วยที่ไม่มีโรคร่วมอื่น ซึ่งไม่ตรงกับแนวทางการรักษาในปัจจุบัน เป็นต้น

- ไม่ได้รับยาจากสาเหตุต่าง ๆ (failure to receive drugs) ซึ่งหมายรวมถึงการที่ผู้ป่วยไม่ให้ความร่วมมือในการใช้ยา หรือการผสมยาผิดความเข้มข้น การบริหารยาผิดพลาด เป็นต้น
 - ขนาดยาสูงหรือต่ำเกินไป (overdosage/ subtherapeutic dosage) เช่น ไม่มีการปรับลดขนาดยาในผู้ป่วยที่มีการทำงานของไตบกพร่อง เป็นต้น
 - เกิดอาการไม่พึงประสงค์จากยา (adverse drug reactions) เช่น อาจเกิดจากการแพ้ยา หรือเกิดจากฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของยา
 - เกิดอันตรกิริยาระหว่างยา (drug interactions)
 - ใช้ยาที่ไม่มีข้อบ่งใช้ (drug use without valid indication)
- การบริหารทางเภสัชกรรมนั้น มุ่งเน้นให้เกิดแผนการรักษาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับผู้ป่วย โดยคำนึงถึงการเลือกใช้ยาตามหลัก IESAC ดังนี้
 - I = indication คือการเลือกใช้ยาตามข้อบ่งใช้ที่เหมาะสมแก่ผู้ป่วย
 - E = efficacy เลือกใช้ยาที่มีประสิทธิภาพตามหลัก evidence-based medicine
 - S = safety เลือกใช้ยาที่มีความปลอดภัย
 - A = adherence เลือกใช้ยาที่ผู้ป่วยให้ความร่วมมือในการใช้ยา
 - C = cost เลือกใช้ยาที่ราคาสมเหตุผล
- นอกจากนี้ ในการปฏิบัติงานด้านเภสัชกรรมคลินิกนั้น เภสัชกรควรมีองค์ความรู้เรื่องโรค การแปลผลทางห้องปฏิบัติการ และผลตรวจร่างกายด้วย ซึ่งจะนำไปสู่การเลือกใช้ยาและติดตามการใช้ยาได้อย่างเหมาะสม

การแปลผลตรวจทางห้องปฏิบัติการ

- สัญลักษณ์ที่นิยมใช้ในการเขียนค่าผลตรวจทางห้องปฏิบัติการในประเทศไทย เพื่อความสะดวกในการอ่านเป็นดังนี้

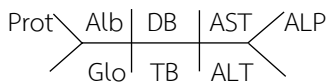
Complete blood count (CBC) Electrolytes (E'lyte)



Hb = hemoglobin, Hct = hematocrit, WBC = white blood cell count, plt = platelet, Ne = neutrophil, Lym = lymphocyte, Eo = eosinophil

BUN = blood urea nitrogen, SCr = serum creatinine, Na = sodium, K = potassium, Cl = chloride, HCO_3^- = bicarbonate (บางครั้งรายงานเป็น total carbonioxide; CO_2) , Ca = calcium, PO_4^{3-} = phosphate, Mg = magnesium

Liver function test (LFT)



Prot = total protein, Alb = albumin, Glo = globulin, DB = direct bilirubin, TB = total bilirubin, ALT = alanine aminotransferase, AST = aspartate aminotransferase, ALP = alkaline phosphatase

NOTE

- สัญลักษณ์บางอย่างเช่น electrolytes บางครั้งอาจมีการเขียนสลับตำแหน่ง หรือขีดเส้นไม่ครบ (เช่น แคทากบาท) หรือหันทางคนละด้านได้ ซึ่งอาจต้องสังเกตเทียบกับค่าปกติเพื่อให้แปลผลได้อย่างถูกต้อง

Na	K	BUN
Cl	CO ₂	SCr

Na	K
Cl	CO ₂

Complete blood count (CBC)

- เป็นการศึกษาจำนวนเม็ดเลือด ซึ่งประกอบด้วยเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว และเกล็ดเลือด ได้แก่

Red blood cell study

- Hemoglobin
 - เป็นค่าบ่งชี้ถึงปริมาณของ hemoglobin ในกระแสเลือด หน่วยเป็น กรัมต่อปริมาตรเลือด 1 เดซิลิตร (จึงหมายถึงความเข้มข้นเป็น w/v)
 - ค่าปกติในชายคือ 13.8-17.2 g/dL, ในหญิงคือ 12.1-15.1 g/dL
 - พบค่าต่ำกว่าปกติในโรคโลหิตจาง (anemia), ไทรอยด์ฮอร์โมนสูง (hyperthyroidism), ตับแข็ง (cirrhosis), การสูญเสียเลือด (blood loss), การได้สารน้ำมากเกินไป (high fluid intake) จึงไปเจือจางความเข้มข้น, และการตั้งครรภ์ (pregnancy)
 - พบค่าสูงกว่าปกติในภาวะเม็ดเลือดชั้น (erythrocytosis หรือ polycythemia ซึ่งเกิดจากไขกระดูกสร้างเม็ดเลือดมากผิดปกติ) และ

ภาวะที่ต้องการออกซิเจนมากกว่าปกติ ได้แก่ โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (chronic obstructive pulmonary disease; COPD), หัวใจวาย (chronic heart failure ;CHF), และคนที่อาศัยบนภูเขาสูง

- Hematocrit

- เป็นสัดส่วนของเม็ดเลือดแดงต่อน้ำเลือด หมายถึงการคิดปริมาตรรวมของเม็ดเลือดแดงเป็นเปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับปริมาตรเลือดทั้งหมด (ซึ่งมีพลาสมาอยู่ด้วย)
- เมื่อนำเลือดมาปั่นแล้ววางทิ้งไว้ จะเห็นส่วนที่เป็นเม็ดเลือดแดงอัดแน่นนอนกันอยู่ส่วนล่างของหลอดทดลอง (เรียกว่า packed cell volume; PCV) ซึ่ง hematocrit จะหมายถึงเลือดส่วนนี้
- ค่าปกติคือ ชาย 40.7-50.3 %, หญิง 36.1-44.3%
- ค่าสูงหรือต่ำกว่าปกติจะสัมพันธ์กับความผิดปกติเช่นเดียวกับ hemoglobin

- Red blood cell count

- เป็นการนับจำนวนเม็ดเลือด ในน้ำเลือด 1 ลิตร
- ค่าปกติในชาย $4.4\text{-}5.6 \times 10^{12}$ cells/L และในหญิง $3.5\text{-}5.0 \times 10^{12}$ cells/L
- ค่าต่ำกว่าปกติพบในโลหิตจาง, systemic lupus erythematosus (SLE) ส่วนค่าสูงกว่าปกติมักพบใน polycythemia, การโดนไฟไหม้ (burns), การออกกำลังกายมากเกินไปและคนที่อาศัยอยู่บนภูเขาสูง

- Reticulocyte count

- เป็นปริมาณเม็ดเลือดแดงตัวอ่อนเมื่อเทียบกับเม็ดเลือดแดงทั้งหมด
- ค่าปกติคือ ชาย 0.5-1.5%, หญิง 0.5-2.5% ของ RBC

- ค่าต่ำกว่าปกติพบในโรคโลหิตจางจากการขาดธาตุเหล็ก (iron deficiency anemia), โลหิตจางจากไขกระดูกฝ่อ (aplastic anemia), โลหิตจางจากการขาด intrinsic factor ในการช่วยดูดซึมวิตามินบี 12 ในทางเดินอาหาร (pernicious anemia), โรคติดเชื้อเรื้อรัง (chronic infection) และการได้รับการรักษาด้วยการฉายรังสี (radiation therapy)
- MCV ย่อจาก mean (เฉลี่ย) corpuscular (เซลล์) volume (ปริมาตร)
 - เป็นปริมาตรเฉลี่ยของเม็ดเลือดแดง (1 เม็ดจะมีปริมาตรประมาณเท่าใด) หน่วยเป็นเฟมโตลิตร (fL)
 - $MCV (fL) = \frac{Hct (\%) \times 10}{RBC \times 10^{12}/L}$
 - ค่าปกติคือ 80.0 – 97.6 fL
 - ค่าสูงกว่าปกติบ่งชี้ว่าเม็ดเลือดมีขนาดใหญ่ (macrocytic/megaloblastic) พบใน megaloblastic anemia จากการขาด vitamin B12 หรือ folic acid เป็นต้น
 - ค่าต่ำกว่าปกติ บ่งชี้ว่าเม็ดเลือดแดงมีขนาดเล็ก (microcytic) พบใน microcytic anemia เช่นจากการขาดธาตุเหล็ก (iron)
- MCH ย่อจาก mean (เฉลี่ย) corpuscular (เซลล์) hemoglobin
 - หมายถึง น้ำหนักเฉลี่ยของ hemoglobin ในเม็ดเลือด (1 เม็ด หนักประมาณเท่าใด) หน่วยเป็นพิโกกรัม (pg)
 - $MCH (pg) = \frac{Hb (g/dL)}{RBC \times 10^{12} /L}$
 - ค่าปกติคือ 27-33 pg

- ใช้บอกความเข้มของเม็ดเลือด ว่าเป็น normochromic (สีปกติ) หรือ hypochromic (สีจางกว่าปกติ) หรือ hyperchromic (สีเข้มกว่าปกติ)
- ค่าสูงหรือต่ำกว่าปกติอธิบายเช่นเดียวกับกรณีของ hemoglobin
- MCHC ย่อจาก mean (เฉลี่ย) corpuscular (เซลล์) hemoglobin concentration (ความเข้มข้น)
 - หมายถึง ความเข้มข้นเฉลี่ยของฮีโมโกลบิน ในเม็ดเลือด 1 เม็ด (w/v)
 - $MCHC = Hb/Hct \times 100$
 - ค่าปกติคือ 31-35 g/dL
 - ค่า MCHC ต่ำกว่าปกติ บ่งชี้ถึง microcytic anemia ส่วนใน megaloblastic anemia อาจมีค่า MCHC ปกติได้
 - ค่า MCHC สูงกว่าปกติพบในภาวะเม็ดเลือดแดงปองพันธุกรรม (hereditary spherocytosis), โรคทางพันธุกรรมที่มีการสร้างเม็ดเลือดแดงรูปเคียว (sickle cell disease) เป็นต้น
- RDW ย่อจาก red cell distribution width
 - บ่งชี้ถึงความสม่ำเสมอของรูปร่างและขนาดของเม็ดเลือดแดง
 - ค่าปกติคือ 11.5-14.5%
 - ค่าสูงกว่าปกติ บ่งชี้ถึงการมีเม็ดเลือดขนาดเล็กบ้าง ใหญ่บ้าง สีเข้มบ้าง จางบ้าง ปะปนกันอยู่มักพบใน pernicious anemia
 - Anisocytosis บ่งชี้ความสม่ำเสมอของขนาดเม็ดเลือด โดยถ้าเม็ดเลือดจำนวน 25% มีขนาดผิดปกติ จะรายงานเป็น 1+, 50% = 2+, 75% = 3+ และ 100% = 4+

- Poikilocytosis บ่งชี้ความสม่ำเสมอของรูปร่างเม็ดเลือด อาจรายงานเป็น 1+, 2+, 3+, 4+ เช่นกัน

White blood cell count

- ค่าปกติคือ $4,000 - 10,000 \times 10^6$ cells/L หากค่ามากกว่า 10,000 จะเรียกว่ามี leukocytosis ซึ่งมักบ่งชี้ถึงการติดเชื้อจุลชีพ
- เม็ดเลือดขาวแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่
 - Granulocytes เป็นชนิดที่มี granule ได้แก่ neutrophil, eosinophil, basophil
 - Agranulocytes เป็นชนิดที่ไม่มี granule ได้แก่ lymphocyte, monocyte
- การแยกนับจำนวนเม็ดเลือดขาวแต่ละประเภทอาจช่วยอธิบายการตอบสนองของร่างกายต่อความผิดปกติที่แตกต่างกันได้ (เรียกว่า differential white blood cell count)
- Agranulocytosis (หรือ agranulosis, granulopenia) เป็นภาวะที่มีการสร้างเม็ดเลือดขาวชนิดที่มี granule ลดลง โดยที่พบมากที่สุดคือ neutropenia ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากยาได้ เช่น propylthiouracil, methimazole, clozapine เป็นต้น
- Neutrophil
 - ค่าปกติคือ 50-65% ของ WBC
 - ตัวอ่อนเรียก band form ส่วนตัวที่สมบูรณ์แล้วจะมีรูปร่างของนิวเคลียสหลายพู จึงเรียก polymorphonuclear neutrophils (PMNs) หรือ segs (segmented neutrophils)

- ค่าปกติของ band form คือ 0-5%
- Shift to left หมายถึงการมี band form มากกว่าปกติ บ่งชี้ถึงการติดเชื้อ, leukemia, blood loss
- Shift to right หมายถึงการมี segs form มากขึ้นผิดปกติ นอกจากการติดเชื้อแล้ว อาจเกิดจาก liver disease, megaloblastic anemia และ hemolytic anemia เป็นต้น
- Absolute neutrophil count (ANC) จะเป็นการนับเฉพาะ neutrophil โดย

$$ANC = (\%segs + \% bands) \times WBC$$
- หาก ANC มีค่าต่ำกว่า 500 cells/mm³ หรือน้อยกว่า 1,000 cells/mm³ แต่มีแนวโน้มที่จะลดต่ำลงจนถึง 500 cells/mm³ จะบ่งชี้ถึงภาวะ neutropenia ซึ่งสัมพันธ์กับการติดเชื้อแบคทีเรียที่รุนแรง (กรณีไม่มี band form การคำนวณ ANC จะนำเฉพาะ % neutrophil มาคำนวณ)
- จำนวน neutrophil สูง (ANC > 10,000 cells/microliters) จะบ่งชี้ถึง acute infection (ซึ่งมักเป็นเชื้อแบคทีเรีย), stress, gout, leukemia, rheumatoid arthritis, thyroiditis, trauma, burns, tissue necrosis, myeloproliferative disorders หรือจากยาเช่น glucocorticoids, epinephrine, lithium เป็นต้น
- จำนวน neutrophil ต่ำ (ANC < 2,000 cells/microliters) อาจเกิดจากการติดเชื้อ, ภาวะทุพโภชนาการ, hematologic diseases, autoimmune diseases หรือจากยาเช่น chemotherapy, immunosuppressants เป็นต้น

- Eosinophil
 - ค่าปกติคือ 0-3%
 - จำนวน eosinophil สูง (> 500 cells/microliters; หรือคิดเป็น 5% เมื่อสมมุติว่าเม็ดเลือดขาวมี 10,000 cells/microliters) พบในกรณี parasitic infection, allergic reaction, cancer, collagen vascular disease (เช่น rheumatoid arthritis, lupus, scleroderma)
 - จำนวน eosinophil ต่ำ (< 50 cells/microliters) พบในกรณี stressful illness, glucocorticoid therapy เป็นต้น
- Basophil
 - ค่าปกติคือ 1-3%
 - จำนวน basophil สูง (>100 cells/microliters) บ่งชี้ถึงการตอบสนองต่อสิ่งแปลกปลอมเฉพาะที่, allergic reaction, collagen vascular disease, myeloproliferative disease (เช่น leukemia ชนิดต่าง ๆ), Varicella infection, และหลังจากตัดม้าม (splenectomy)
 - จำนวน basophil ต่ำ (< 10 cells/microliters) อาจเกิดจาก myeloproliferative disorders, allergic reaction, chronic inflammatory disorders เป็นต้น
- Lymphocyte
 - ค่าปกติคือ 25-35%

- จำนวน lymphocyte สูง ($> 5,000$ cells/microliters) พบในกรณี chronic bacterial infection, infectious hepatitis, lymphocytic leukemia, viral infection
- จำนวน lymphocyte ต่ำ ($< 1,000$ cells/microliters) พบในกรณี chemotherapy, HIV infection (CD4 lymphocyte ต่ำลง), leukemia, radiation exposure, sepsis, การได้รับ steroid เป็นต้น
- Monocyte
 - ค่าปกติคือ 2-6%
 - จำนวน monocyte สูง (> 800 cells/microliters) พบในกรณี chronic inflammatory disease, leukemia, parasitic infection, tuberculosis, viral infection
 - จำนวน monocyte ต่ำ (< 100 cells/microliters) พบในกรณี acute stressful illness, aplastic anemia, leukemia และการได้รับ glucocorticoids, immunosuppressants และ chemotherapy

Platelet count

- Thrombocytopenia หมายถึงมี platelet count $< 100,000$ cells/microliters
 - เกิดจากหลายสาเหตุ เช่น bone marrow disorders, splenomegaly, autoimmune disease, idiopathic

thrombocytopenic purpura (ITP), disseminated intravascular coagulation (DIC) หรือยาบางชนิด

- Thrombocytosis หมายถึงมี platelet count > 350,000 cells/microliters
 - สาเหตุอาจเป็น secondary to severe hemorrhage, iron deficiency, surgery, after splenectomy, malignant neoplasms, chronic inflammatory diseases, recovery from acute infection, vitamin B12 หรือยาบางชนิด

Electrolytes

- Serum Sodium (ค่าปกติจะอยู่ในช่วง 135-145 mEq/L)
 - Hyponatremia จะมีอาการสับสน (confusion), ซึม (lethargy), สับสนในเวลา สถานที่ และบุคคล (disorientation), ชัก (seizure), coma สาเหตุแยกเป็น
 - Hypovolemic hyponatremia จาก gastrointestinal fluid loss หรือ blood loss
 - Hypervolemic hyponatremia จากภาวะ edema ต่าง ๆ เช่น CHF, cirrhosis, nephrotic syndrome
 - Euvolemic hyponatremia จาก syndrome of inappropriate antidiuretic hormone (SIADH) หรือยาบางชนิด

- Hypernatremia มีสาเหตุจาก
 - Volume น้อย เช่น 1.) osmotic diuresis จาก hyperglycemia, azotemia, mannitol, radio contrast, 2.) diabetes insipidus, 3.) การดื่มน้ำน้อย
 - ได้รับโซเดียมจากอาหารหรือยามากเกินไป
- Serum Potassium (ค่าปกติจะอยู่ในช่วง 3.5-5.3 mEq/L)
 - Hypokalemia จะมีอาการหัวใจเต้นผิดจังหวะ (arrhythmia), กล้ามเนื้ออ่อนแรง (muscle weakness), เป็นตะคริว (cramping), ไม่สบายตัว (malaise), ปวดกล้ามเนื้อ (myalgia) ได้โดยมีสาเหตุจากการอาเจียน, ท้องเสีย, hypomagnesemia หรือจากยาบางชนิด โดยเฉพาะยาขับปัสสาวะกลุ่ม thiazide และ loop diuretics
 - Hyperkalemia อาจมีอาการใจสั่น หัวใจเต้นผิดจังหวะ สาเหตุเกิดจากการได้รับ potassium มากเกินไป หรือมีความผิดปกติในการขับ potassium ออก (เช่นในโรคไตเรื้อรัง) หรือจากยา เช่น angiotensin converting enzyme inhibitors (ACEIs), angiotensin receptor blockers (ARBs), spironolactone, amiloride, non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) เป็นต้น
- Serum Chloride (ค่าปกติจะอยู่ในช่วง 97-106 mEq/L)
 - Hypochloremia สาเหตุเกิดจากการอาเจียน ท้องเสีย มีแผลไฟไหม้ หรือได้รับยาขับปัสสาวะ เป็นต้น
 - Hyperchloremia สาเหตุอาจเกิดจากการขาดน้ำ หายใจมากกว่าปกติ (hyperventilation) หรือ ภาวะเลือดเป็นกรด (metabolic acidosis) เป็นต้น

- Serum Bicarbonate (ค่าปกติจะอยู่ในช่วง 22-32 mEq/L)
 - ค่าต่ำบ่งชี้ถึงภาวะ acidosis และค่าสูงบ่งชี้ถึงภาวะ alkalosis จากสมดุลกรด-ด่าง ในร่างกายเปลี่ยนแปลง (รายละเอียดอธิบายในเรื่อง acid-base imbalance ในหัวข้อ renal disorder)
 - $\text{Anion gap} = [\text{Na}^+] - [\text{Cl}^-] - [\text{HCO}_3^-]$ มักไม่ใช้ K^+ มาคำนวณ เนื่องจากมีค่าน้อยและเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก ค่าปกติของ anion gap จะประมาณ 9 mEq/L (ช่วงระหว่าง 3-11 mEq/L) ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงสาเหตุของ acidosis โดยหาค่า anion gap สูงมาก ๆ มักมีสาเหตุจากภาวะ acidosis แบบต่าง ๆ เช่น diabetic ketoacidosis, starvation ketosis, alcoholic ketosis, lactic acidosis, uremic acidosis เป็นต้น
- Serum Calcium (ค่าปกติอยู่ในช่วง 8.5-10.5 mEq/L)
 - หาก albumin ลดลง 1 กรัมจะทำให้ serum calcium ลดลง 0.8 mg/dL
 - $\text{Corrected Ca} = \text{Measured Ca} + [0.8 \times (4 - \text{measured albumin})]$
 - Hypocalcemia มีสาเหตุจาก hypoparathyroidism, vitamin D deficiency ผู้ป่วยอาจมีอาการชักกระตุก (tetany), ชา (paresthesia), กล้ามเนื้อหดเกร็ง (muscle spasm), เป็นตะคริว (cramp) หรือคลื่นไฟฟ้าหัวใจพบ QT prolongation
 - Hypercalcemia สาเหตุอาจเกิดจาก cancer, hyperparathyroidism และการได้รับ calcium กับ vitamin D มากเกินไป ผู้ป่วยอาจมีอาการท้องผูก คลื่นไส้ อาเจียน เบื่ออาหาร

หรือหากรุนแรงก็อาจทำให้เกิด acute kidney injury, ventricular arrhythmia, death ได้ นอกจากนี้การได้รับ calcium แบบ chronic ก็อาจทำให้เกิดนิ่วที่ไตได้

- Serum Magnesium (ค่าปกติอยู่ในช่วง 1.4-2.0 mg/dL)
 - Hypomagnesemia อาจเกิดได้จาก intestinal tract disorders (เช่นท้องเสียทำให้การดูดซึมลดลง) หรือ kidney disorders (มีการสูญเสียออกทางไต) หรือ drug induced (เช่น diuretics, alcohol) อาการแสดงจะเกี่ยวข้องกับ neurovascular และ cardiovascular effects เช่น tremors, nystagmus, tetany, confusion, Torsades de Pointes เป็นต้น
 - Hypermagnesemia สัมพันธ์กับ renal insufficiency ซึ่งอาการจะเกี่ยวกับ neurovascular และ cardiovascular effects เช่นกัน
- Serum Phosphate (ค่าปกติอยู่ในช่วง 2.5-4.5 mg/dL)
 - Hypophosphatemia เกิดจากภาวะ malnutrition และอาจมีการดูดซึมที่ทางเดินอาหารได้น้อย หรือมีการขับออกที่ไตมาก ผู้ป่วยจะมีอาการทางระบบประสาทและกล้ามเนื้อ มี cardiomyopathy, hemolysis, เพิ่มความเสี่ยงต่อ infection และมีกระดูกอ่อนหรือกระดูกบาง
 - Hyperphosphatemia สัมพันธ์กับโรคไตเรื้อรัง, ภาวะ rhabdomyolysis, การได้รับยาเคมีบำบัด ซึ่งผู้ป่วยอาจแสดงอาการของ calcium-phosphate crystals หรือมีอาการของ hypocalcemia