

PRACTICAL POINT IN INTRAVENOUS POTASSIUM REPLACEMENT

นพ. อินทรีย์ กาญจนกุล
หน่วยโรคไต รพ. พระมงกุฎเกล้า

Potassium ในร่างกายทั้งหมดมีประมาณ 50 mEq/kg มากกว่า 98% อยู่ในเซลล์ (intravascular compartment) และที่เหลือ 2% อยู่ในนอกเซลล์ (extravascular compartment) ซึ่งหนึ่งในสามเป็นส่วนของ plasma ดังนั้นระดับของ plasma potassium ไม่ได้เป็นสิ่งบอกถึงปริมาณ potassium ในร่างกายทั้งหมด โดยทั่วไประดับ plasma potassium 3-4 mEq/L และ plasma potassium 2-3 mEq/L โดยประมาณจะมีการขาด potassium 100-200 mEq และ 200-400 mEq ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงของระดับ plasma potassium แม้ดูว่าเพียงเล็กน้อยแต่อาจมีผลต่อ musculoskeletal หรือ cardiac myocyte ได้ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ในการรักษาภาวะ hypokalemia และ hyperkalemia ได้เช่นการให้ potassium replacement ใน hypokalemia ไม่จำเป็นต้องให้ potassium จนกระทั่ง plasma potassium กลับเป็นปกติอย่างรวดเร็ว ที่ถูกต้องคือให้พอให้พ้นจากอันตรายเท่านั้น ส่วนที่เหลือให้เพื่อเพิ่มปริมาณของ potassium ในร่างกายให้กลับคืนสู่ภาวะปกติซึ่งอาจจะต้องใช้เวลาหลายวัน เช่นในกรณีของผู้ป่วยที่ได้รับ diuretics อาจจะต้องใช้เวลาหลายวันถึงสัปดาห์กว่าที่ total body potassium จะกลับเป็นปกติ

ปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายของ potassium นอกเซลล์และในเซลล์คือ neuro-hormonal system อันได้แก่ insulin, rennin-angiotensin-aldosterone system และการกระตุ้นระบบประสาท sympathetics ซึ่งจะมีผลต่อ Na^+ - K^+ -ATPase ที่เซลล์ต่างๆไป รวมทั้งเซลล์ของท่อไตซึ่งจะขับ potassium ออกทางปัสสาวะด้วย ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยจะพบภาวะ hypokalemia periodic paralysis เนื่องจากการ shift ของ potassium เข้าไปในเซลล์อย่างรวดเร็วทำให้เกิดอาการกล้ามเนื้ออ่อนแรง และผลต่อหัวใจได้ ในทางคลินิกความผิดปกติของระดับ potassium จะพบในโรค หรือยาที่มีผลต่อปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ เช่น โรคเบาหวานจะพบ hyperkalemia จากภาวะ hyporeninemic hypoaldosteronism หรือผู้ป่วย myocardial ischemia ที่ได้รับ sympathomimetic agents, beta 2-adrenergic agonists, dopamine, dobutamine, หรือ theophylline ซึ่งจะเกิด ventricular arrhythmia จาก hypokalemia หลังจากได้ยาดังกล่าว ในขณะที่การให้ potassium replacement อย่างรวดเร็วในผู้ป่วย hypokalemia ที่มีสาเหตุจากปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ จะต้องระวัง rebound hyperkalemia ในช่วงที่โรคหรือปัจจัยต่างๆ กลับเป็นปกติแล้ว

ผลจากยาที่มีต่อระดับ plasma potassium ที่ควรระวัง; Succinyl choline single dose เพิ่มระดับ potassium 0.5-1 mEq/L --- Albuterol nebulizer single dose ลดระดับ potassium 0.2-0.4 mEq/L --- Arginine HCl 30 gm infusion เพิ่มระดับ potassium 0.5-1 mEq/L --- ผู้ป่วย congestive heart failure ระดับ potassium ที่ลดลงเพียง 0.4 mEq/L หลังจากได้ dobutamine drip สามารถเกิด ventricular arrhythmia ได้ นอกจากนี้ภาวะ hyperosmolality ก็สามารถทำให้ระดับ plasma potassium สูงขึ้นได้จากการ shift ของ potassium ร่วมกับโมเลกุลของน้ำออกจากเซลล์ตาม osmotic gradient ซึ่งทำให้ระดับ plasma potassium เพิ่มขึ้น 0.4-0.8 mEq/L ทุกๆ 10 mosm/kg ของ effective plasma osmolality ที่เพิ่มขึ้น

potassium replacement ที่ถูกให้ทาง intravenous compartment จะมีการกระจาย หรือ shift ไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกาย ส่วนที่สำคัญที่สุดคือกล้ามเนื้อทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้ plasma potassium สูงขึ้นอย่างรวดเร็วจนเกิดอันตรายต่อ cardiac myocyte ได้ก่อนที่จะเกิด renal adaptation ขึ้นโดยการขับออกทาง renal tubule การให้ intravenous potassium replacement จะต้องระวังในผู้ป่วยที่มีโรคของกล้ามเนื้อเช่น rhabdomyolysis ผู้สูงอายุหรือผู้ที่มีมวลกล้ามเนื้อน้อย และภาวะ oligoanuria / renal failure ซึ่งสูญเสียความสามารถในการขับ potassium ออกทางไต

โดยทั่วไปการให้ intravenous potassium chloride 10 mEq จะทำให้ระดับ plasma potassium ขึ้นได้ประมาณ 0.1 mEq/L หลังจากให้ potassium replacement ทุกครั้งควรจะต้องมีการ monitor การตอบสนองต่อการรักษา ซึ่งผลที่ได้ อาจจะไม่เป็นไปตามที่คาดหวังไว้ เนื่องจากมีปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายของ potassium ปรากฏอยู่และยังไม่ได้รับการแก้ไข หรือมีการเสีย potassium ทางไตอย่างต่อเนื่องจากภาวะ hypomagnesemia, การให้ diuretics, non-absorbable anion ร่วมด้วย ดังนั้นก่อนให้ potassium replacement ควรจะมีข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้ป่วยเช่น น้ำหนักตัว การวินิจฉัยโรค co-morbid disease หน้าที่ของไต ฯลฯ เพื่อเป็นแนวทางในการติดตาม และวางแผนการรักษาต่อไป

ข้อปฏิบัติระหว่างการใช้ intravenous potassium

- ห้ามให้ intramuscular หรือ intravenous push โดยเด็ดขาด ไม่ว่าจะระดับ plasma potassium จะต่ำมากเท่าใดก็ตาม
- ชนิดของ potassium salt จะต้องระบุให้แน่ชัดว่าเป็น potassium chloride (KCl) หรือ potassium phosphate (K₂HPO₄) ทั้งนี้เนื่องจากข้อบ่งชี้ต่างกัน KCl มักจะใช้เพื่อเพิ่มระดับของ plasma potassium ในขณะที่ K₂HPO₄ มักจะใช้ในกรณีของ hypophosphatemia หรือ nutritional support
- คำสั่งเป็น mEq จะชัดเจนกว่าคำสั่งเป็น ampule
- ความเข้มข้นและอัตราเร็วในการให้ KCl solution ขึ้นกับความรุนแรงของ hypokalemia ในกรณีของ mild hypokalemia สามารถให้ KCl 20-40 mEq ใน NaCl solution 1000 ml ในอัตราเร็วไม่เกิน 10 mEq/hr โดยที่ปริมาณของ potassium ไม่เกิน 200 mEq ใน 24 ชั่วโมง ในกรณีของ severe hypokalemia ที่มี life threatened cardiac arrhythmia หรือ muscle weakness มีความจำเป็นต้องเพิ่มระดับ plasma potassium อย่างรวดเร็ว สามารถใช้ preload KCl 10 mEq ใน NaCl solution 100 ml ในอัตราเร็วไม่เกิน 20 mEq/hr โดยที่ปริมาณของ potassium ไม่เกิน 200 mEq ใน 24 ชั่วโมง KCl solution ที่มีความเข้มข้นเกิน 60-80 mEq/L (บาง recommendation ให้ถึง 100 mEq/L) หรือให้ในอัตราเร็วเกิน 10 mEq/hr ควรจะ drip central line เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิด phlebitis แต่ถ้าน้อยกว่านั้นให้ทาง peripheral line ได้ ในผู้ป่วยเด็กถือว่า intravenous potassium replacement อัตราเร็วที่สุดไม่เกิน 0.3 mEq/Kg/hr
- การ add potassium ลงใน solution ที่มี potassium ผสมอยู่แล้ว จะทำให้ concentration ไม่แน่นอน จนอาจเกิดอันตรายได้
- ตรวจสอบ solution ที่ให้พร้อมๆ กับ potassium replacement เสมอ บางที่อาจจะมี solution ที่มี potassium ผสมอยู่เช่น total peripheral nutrition (TPN) หรือ packed red cell ที่เก็บไว้นานเกิน 1-2 สัปดาห์

(โดยทั่วไป packed red cell และ whole blood จะมี potassium 20 และ 5 mEq/L ตามลำดับ)

- EKG monitoring จะทำในกรณีที่ให้ potassium replacement ในอัตราเร็วมากกว่า 10 mEq/hr ซึ่งจะต้องทำให้ ICU มีไข้ที่ ward
- หลังจากเริ่มให้ potassium replacement จะต้องตรวจระดับ plasma potassium เป็นระยะๆ แล้วแต่ความรุนแรงของ hypokalemia

Secret in treatment

- Hypokalemia ที่พบร่วมกับ metabolic acidosis แสดงถึงการขาด potassium จำนวนมาก เนื่องจาก metabolic acidosis ทำให้ potassium shift ออกมานอกเซลล์ (ระดับ plasma potassium จะเพิ่มขึ้น 0.24-1.7 mEq/L ต่อ 0.1 pH unit ที่ลดลง) แผนการรักษาจึงต้องให้ potassium replacement ในปริมาณมากและให้อย่างรวดเร็ว เช่นใน diarrhea หรือ diabetic ketoacidosis ซึ่งหลังจากที่ภาวะดังกล่าวนี้ดีขึ้นแล้ว pH ของเลือดจะเพิ่มขึ้นหรืออาจเกิด alkalemia ซึ่งทำให้ระดับ plasma potassium ลดลงไปอีก (ระดับ plasma potassium จะลดลง 0.1-0.4 mEq/L ต่อ 0.1 pH unit ที่เพิ่มขึ้น) ในขณะที่ Hypokalemia ที่พบร่วมกับ metabolic alkalosis จะเป็นปัจจัยที่ maintain ให้ metabolic alkalosis แก้ไขได้ยาก เนื่องจากต้องเสียกรด (H^+) แทน K^+ เพื่อแลกกับ Na^+ ที่ collecting tubule
- การให้ potassium replacement ใน solution ที่มี glucose จะทำให้เกิด hypokalemia ได้แม้ในคนปกติเนื่องจากการที่ glucose กระตุ้นการหลั่ง insulin ซึ่งจะทำให้ potassium เคลื่อนเข้าเซลล์ มีรายงานการเกิด life-threatening cardiac arrhythmia และ กล้ามเนื้ออ่อนแรงได้ในผู้ป่วย hypokalemia ในบางกรณีการให้สารอื่นๆ ร่วมกับ glucose เพื่อหวังผลเป็น nutritional support เช่น vitamin B อาจจะทำให้เกิด hypokalemia ได้ง่ายขึ้นด้วยกลไกเดียวกัน
- Digitalis intoxication จะเกิดได้ง่ายใน hypokalemia ในขณะที่ digitalis เองทำให้เกิด hyperkalemia ซึ่งไม่สามารถรักษาได้อย่าง hyperkalemia ทั่วไป คือ การให้ calcium gluconate หรือ sodium bicarbonate
- hypokalemia periodic paralysis จะตอบสนองต่อการให้ potassium อย่างรวดเร็ว แม้ว่าจะให้ในรูปยาเกิน เนื่องจากมีการ shift ของ potassium ในเซลล์ กลับคืนไปยัง plasma อย่างรวดเร็ว จนอาจเกิด hyperkalemia หลังจากให้ potassium ไม่กี่ชั่วโมง ปรากฏการณ์นี้อาจจะเกิดขึ้นได้หลังจากการให้ potassium ในผู้ป่วย hypokalemia ที่มีสาเหตุการ shift เข้าเซลล์เป็นสำคัญ หรือเป็นสาเหตุร่วม การศึกษาประวัติผู้ป่วย ตรวจร่างกาย และการวินิจฉัยโรคเบื้องต้นจะช่วยให้การบริหาร potassium มีความปลอดภัยมากขึ้น
- ในกรณีที่ได้ intravenous potassium ไปจำนวนมากแต่ ยังไม่สามารถเพิ่มระดับ plasma potassium ได้จะต้องหาสาเหตุของ hypokalemia เพิ่มเติมเช่น การเสีย potassium ทางไตจาก tubular dysfunction hypomagnesemia ฯลฯ โดยการเก็บปัสสาวะตรวจหาปริมาณของ potassium clue ของการวินิจฉัย hypomagnesemia คือ hypokalemia & hypophosphatemia & hypocalcemia
- การติดตามการรักษาให้ดู clinical เป็นหลัก ใช้ plasma potassium เป็นสิ่งร่วมในการพิจารณาด้วย เช่นในภาวะฉุกเฉินที่ไม่จำเป็นต้องเพิ่มระดับ plasma potassium ให้เป็นปกติอย่างรวดเร็ว เพียงแต่ให้ผู้ป่วยพ้นจากภาวะ life threatened ก็เพียงพอ

REFERENCES

1. Bruce C Kone: Hypokalemia. In Thomas D DuBose, L Lee Hamm. Acid –Base and Electrolyte Disorders: a companion to Brenner & Rector's The Kidney, Philadelphia, Saunders, 2002, p381-394
2. Introduction to disorders of potassium balance. In Burton D Rose, Theodore E W post. Clinical Physiology of Acid-Base and Electrolyte Disorders 5 ed, Singapore, McGraw-Hill, 2001. P822-835
3. Intravenous potassium guidelines (adults) Royal North Shore & Ryde Hospital Pharmacy Guidelines
4. Gennari FJ: Hypokalemia. NEJM 1998;339:451-458
5. Rastergar A Soleimani: Hypokalemia and Hyperkalemia. Postgrad Med J 2001;77:759-764
6. Paltiel O Berg D: Management of severe hypokalemia in Hospitalized patients. Arch Intern Med 2001;161:1089-1095