



פרוטוקול לטיפול בהיפונתרמיה, היפוקלמיה והיפופוספטמיה בטיפול נמרץ ילדים

רביזיה אחרונה, פברואר 2025

מבוא

במסגרת המטרה לשפר את הטיפול בחוסרים אלקטרוליטיים תוך הקפדה על בטיחות המטופלים וצמצום השימוש בתמיסות מרוכזות, פרוטוקול זה מתאר את ההנחיות לניהול היפונתרמיה, היפוקלמיה והיפופוספטמיה בטיפול נמרץ ילדים. הפרוטוקול מתמקד במתן טיפולים מבוקרים עם התאמה מדויקת למצבו של המטופל, תוך העדפה לשימוש בתמיסות סטנדרטיות למניעת סיבוכים.

א. היפונתרמיה (Hyponatremia)

הגדרות:

- היפונתרמיה קלה Na^+ 130-135 mmol/L :
- היפונתרמיה בינונית Na^+ 125-129 mmol/L :
- היפונתרמיה חמורה $\text{Na}^+ < 125$ mmol/L: או תסמינים חמורים כמו פרכוסים או ירידה במצב ההכרה

עקרונות הטיפול:

- ללא תסמינים חמורים: מתן נוזלים איזוטוניים (Normal saline, Standard)
- במקרים תסמיניים חמורים: מתן תמיסת NaCl היפרטונית (3%) במינול של 2-3mL/kg בהעמסה עד להפסקת הפרכוסים או לשיפור במצב ההכרה.
- בתיקון של היפונתרמיה ממושכת (מעל 48 שעות) ובמידה ואין תסמינים חמורים, יש לבצע תיקון איטי של הנתרן, מקסימום עליה של 8 mmol/L ב-24 שעות.
- במטופלים המקבלים הזנה פארא-אנטרלית עם TPN או הזנה אנטרלית, כשריכוז הנתרן ב TPN או בכלכלה אינו מספק והם סובלים מהיפונתרמיה קלה עד בינונית, יעשה שימוש בתוספת של NaCl מתמיסה מרוכזת 20% בהתאם להנחיות הרופא המטפל, כשהמינון ניתן ב mEq/100mL (לדוגמא, תוספת נתרן של 2mEq/100mL לכלכלה).

הנחיות נוספות:

- במקרים חמורים, יש לבצע ניטור נתרן כל 2-4 שעות.

ב. היפוקלמיה (Hypokalemia)

הגדרות:

- היפוקלמיה קלה K^+ 3.0-3.5 mmol/L :
- היפוקלמיה בינונית K^+ 2.5-3.0 mmol/L :



רמב"ם-הקרית הרפואית לבריאות האדם

- היפוקלמיה חמורה $K^+ < 2.5 \text{ mmol/L}$: או הופעת הפרעות קצב

עקרונות הטיפול:

- **היפוקלמיה קלה-בינונית ללא תסמינים חמורים**: מתן אשלגן דרך הפה או בתמיסה דילולית לוריד פריפרי בריכוז של עד $4 \text{ mEq}/100 \text{ mL}$. התמיסה יכולה להיות תמיסת $\frac{1}{2}$ Normal saline, Standard או Standard בהתאם לצרכים של החולה. בחולים במצויים במצב קריטי ולהם וריד מרכזי, כשריכוז האשלגן המצוי בתמיסה דילולית אינו מספק, ניתן לבצע שימוש בתמיסה מרוכזת של $14.9\% \text{ KCL}$ בהתאם להנחיית הרופא המטפל, כתוספת לתוכנית הנוזלים או ל TPN או לכלכלה אנטרלית. המינון ירשם ב $\text{mEq}/100 \text{ mL}$.
- **במקרים חמורים או תסמיניים**: מתן אשלגן בריכוז גבוה דרך וריד מרכזי בלבד, במינון שלא יעלה על 0.5 mEq/kg ובריכוז שלא יעלה על 0.5 mEq/mL . יש לתת במשך שעה, תוך ניטור המודינמי רציף.

הנחיות נוספות:

- ניטור ECG מתמשך במקרה של היפוקלמיה חמורה.
- בדיקת רמות אשלגן בדם כל 2-4 שעות במהלך הטיפול.

ג. היפופוספטמיה (Hypophosphatemia)

הגדרות:

- היפופוספטמיה קלה: $P 2.5-3.5 \text{ mg/dL}$
- היפופוספטמיה בינונית: $P 1-2.5 \text{ mg/dL}$
- היפופוספטמיה חמורה: $P < 1 \text{ mg/dL}$ או תסמינים חמורים כמו אי-ספיקת נשימה

עקרונות הטיפול:

- **היפופוספטמיה קלה**: אם אין היפוקלמיה, העדיפות היא למתן אנטרלי (פומי, דרך זונדה או גסטרוסטומיה) באמצעות תמיסת נתרן פוספט במינון של 1 ממוול/ק"ג (לפי הפוספט), מחולק ל-3 מנות.
- **היפופוספטמיה בינונית עד חמורה**: ניתן לשקול מתן אנטרלי או תוך-וריד.
 - **מתן אנטרלי**: ניתן דרך הפה או זונדה/גסטרוסטומיה באמצעות תמיסת נתרן פוספט במינון של 1 ממוול/ק"ג מחולק ל-3 מנות.
 - **מתן תוך-וריד**: על פי שיקול דעת הרופא ובהתאם לחוסרים נלווים, ניתן להשתמש בנתרן פוספט או אשלגן פוספט.

• נתרן פוספט:

- **מתן דרך וריד פריפרי**: לדלל לריכוז של 0.05 ממוול/מ"ל פוספט (לדוגמה, להוסיף 2.5 ממוול (4.1 מ"ל) של נתרן פוספט ל- 46 מ"ל של



נוזל מתאים כמו דקסטרוז 5%, לקבלת ריכוז של 0.05 ממו/מ"ל).
יש להזליף באיטיות במשך לפחות 6 שעות.

- **מתן דרך וריד מרכזי:** לדלל לריכוז של 0.1 ממו/מ"ל פוספט (לדוגמה, להוסיף 3 ממו (5 מ"ל) של נתרן פוספט ל-20 מ"ל של נוזל מתאים כמו דקסטרוז 5%, לקבלת ריכוז של 0.12 ממו/מ"ל). יש להזליף באיטיות במשך לפחות 6 שעות.

▪ אשלגן פוספט:

- **מתן בולוס דרך וריד פריפרי:** לדלל לריכוז של 0.02 ממו/מ"ל פוספט. (לדוגמה, להוסיף 3 ממו (1 מ"ל) של אשלגן פוספט ל-149 mL של נוזל מתאים כמו סליין 0.9% או דקסטרוז 5%, לקבלת נפח כולל של 150 מ"ל בריכוז של 0.02 ממו/מ"ל וריכוז אשלגן של כ-3 מא"ק/100 מ"ל). יש להזליף 0.08-0.16 ממו/ק"ג במשך 6 שעות.
- **מתן בולוס דרך וריד מרכזי:** לדלל לריכוז של 0.04 ממו/מ"ל פוספט. (לדוגמה, להוסיף 3 ממו (1 מ"ל) של אשלגן פוספט ל-74 mL של נוזל מתאים כמו סליין 0.9% או דקסטרוז 5%, לקבלת נפח כולל של 75 מ"ל בריכוז של 0.01 ממו/מ"ל וריכוז אשלגן של כ-6 מא"ק/100 מ"ל). יש להזליף 0.08-0.16 ממו/ק"ג במשך 6 שעות.
- **מתן כחלק מתוכנית אחזקה:** ינתן בד"כ למטופלים הסובלים מהיפוקלמיה נלווית. למשל תוספת 2 מא"ק KPHOS במאה סמ"ק של תמיסת האחזקה, במתן זה יש לשים לב כי התאמת המא"ק היא בהתאם האשלגן. גם במקרה זה, קיימת הגבלה במתן תוך ורידי לוריד פריפרי של עד 4 מא"ק אשלגן למאה סמ"ק.

- **ניטור:** רמות פוספט, סידן, ומגנזיום כל 4-6 שעות במהלך הטיפול.

הנחיות נוספות:

- יש להימנע מעלייה מהירה ברמות הפוספט כדי למנוע היפוקלצמיה.
- העדפה לטיפול פומי במצבים שאינם מסכני חיים.

דגשים לניטור וניהול סיבוכים:

1. ניטור אלקטרוליטים תכוף בהתאם לחומרת ההפרעה.
2. התחשבות בתפקוד כלייתי, תפקוד לבבי, ומאזן נוזלים לפני ובמהלך הטיפול.
3. הקטנת מינון או הפסקת הטיפול במקרה של תיקון יתר או הופעת סיבוכים.

סיכום: הפרוטוקול מציב דגש על מתן תמיסות סטנדרטיות ודלילות, ומגביל את השימוש בתמיסות מרוכזות למצבים חמורים בלבד. הקפדה על ניטור מדוקדק מאפשרת ניהול בטוח של הפרעות אלקטרוליטיות והפחתת סיכון לסיבוכים.



Protocol for the Treatment of Hyponatremia, Hypokalemia, and Hypophosphatemia in Pediatric Intensive Care

Introduction

In an effort to enhance the management of electrolyte deficiencies while maintaining patient safety and reducing the use of concentrated solutions, this protocol outlines the guidelines for the treatment of hyponatremia, hypokalemia, and hypophosphatemia in pediatric intensive care. The protocol emphasizes controlled treatments with precise adaptation to the patient's condition, prioritizing the use of standard solutions to prevent complications.

A. Hyponatremia

Definitionsⁱ:

- Mild hyponatremia: Na^+ 130-135 mmol/L
- Moderate hyponatremia: Na^+ 125-129 mmol/L
- Severe hyponatremia: Na^+ <125 mmol/L or severe symptoms such as seizures or altered level of consciousness

Treatment Principles:

- **Without severe symptoms:** Administration of isotonic fluids (Normal saline, Standard)^{ii,iii}.
- **With severe symptoms:** Administration of hypertonic NaCl solution (3%) at a bolus dose of 2-3 mL/kg until seizure cessation or improvement in consciousness^{ii,iv}.
- In cases of chronic hyponatremia (>48 hours) without severe symptoms, correction should be slow, with a maximum increase of 8 mmol/L in 24 hours^{iv}.
- In patients receiving total parenteral nutrition (TPN) or enteral feeding with inadequate sodium content and who have mild to moderate hyponatremia, additional NaCl from a 20% concentrated solution should be administered per the physician's guidance, with dosage expressed in mEq/100 mL (e.g., sodium supplementation of 2 mEq/100 mL in enteral nutrition)^v.

Additional Guidelines:

- In severe cases, sodium levels should be monitored every 2-4 hours^{v,i}.

B. Hypokalemia



Definitions^{vii,viii}:

- Mild hypokalemia: K^+ 3.0-3.5 mmol/L
- Moderate hypokalemia: K^+ 2.5-3.0 mmol/L
- Severe hypokalemia: K^+ <2.5 mmol/L or presence of arrhythmias

Treatment Principles:

- **Mild to moderate hypokalemia without severe symptoms:** Oral potassium administration or intravenous potassium in a diluted solution via a peripheral vein at a concentration of up to 4 mEq/100 mL. The solution may be Normal saline, ½ Standard, or Standard, depending on the patient's needs. In critically ill patients with central venous access where diluted potassium concentration is insufficient, a concentrated KCl 14.9% solution may be used per the physician's discretion, added to the fluid regimen, TPN, or enteral nutrition. Dosage is expressed in mEq/100 mL^{ix}.
- **Severe or symptomatic hypokalemia:** Administration of potassium at high concentrations via a central vein only, with a dose not exceeding 0.5 mEq/kg and a concentration not exceeding 0.5 mEq/mL. This should be infused over one hour with continuous hemodynamic monitoring^{ix}.

Additional Guidelines:

- Continuous ECG monitoring in cases of severe hypokalemia^{vii}.
- Serum potassium levels should be checked every 2-4 hours during treatment^{ix}.

C. Hypophosphatemia

Definitions^x:

- Mild hypophosphatemia: P 2.5-3.5 mg/dL
- Moderate hypophosphatemia: P 1-2.5 mg/dL
- Severe hypophosphatemia: P <1 mg/dL or severe symptoms such as respiratory failure

Treatment Principles:

- **Mild hypophosphatemia:** If hypokalemia is not present, enteral administration (oral, via nasogastric tube, or gastrostomy) is preferred, using sodium phosphate solution at 1 mmol/kg (based on phosphorus content), divided into three doses^{x,xi}.



- **Moderate to severe hypophosphatemia:** Enteral or intravenous administration can be considered.
 - **Enteral administration:** Given orally or via nasogastric/gastrostomy tube using sodium phosphate solution at 1 mmol/kg (based on phosphorus content), divided into three doses^{xi}.
 - **Intravenous administration:** Based on the clinical judgment of the physician and associated deficiencies, either sodium phosphate or potassium phosphate may be used.
 - **Sodium phosphate:**
 - **Peripheral vein administration:** Recommended dilution to a concentration of 0.05 mmol phosphate/mL (e.g., add 2.5 mmol (4.1 mL) of sodium phosphate to 46 mL of an appropriate diluent such as 5% dextrose, achieving a final concentration of 0.05 mmol/mL). Infuse slowly over at least 6 hours^{xii}.
 - **Central vein administration:** Recommended dilution to a concentration of 0.1 mmol phosphate/mL (e.g., add 3 mmol (5 mL) of sodium phosphate to 20 mL of an appropriate diluent such as 5% dextrose, achieving a final concentration of 0.12 mmol/mL). Infuse slowly over at least 6 hours^{xii}.
 - **Potassium phosphate:**
 - **Peripheral vein bolus administration:** Dilute potassium phosphate to a concentration of 0.02 mmol phosphate/mL (e.g., add 3 mmol (1 mL) of potassium phosphate to 149 mL of a suitable infusion solution such as 0.9% saline or 5% dextrose, achieving a total volume of 150 mL at a concentration of 0.02 mmol/mL and potassium concentration of approximately 3 mEq/100 mL). Administer 0.08-0.16 mmol/kg over 6 hours^{xiii}.
 - **Central vein bolus administration:** Dilute potassium phosphate to a concentration of 0.04 mmol phosphate/mL (e.g., add 3 mmol (1 mL) of potassium phosphate to 74 mL of a suitable infusion solution such as 0.9% saline or 5% dextrose, achieving a total volume of 75 mL at a concentration of 0.01 mmol/mL and potassium concentration of approximately 6 mEq/100 mL. Administer 0.08-0.16 mmol/kg over 6 hours^{xiii}.



- **Maintenance regimen:** Typically administered to patients with concurrent hypokalemia. For example, an addition of 2 mEq KPhos per 100 mL of maintenance solution, ensuring potassium adjustments align with patient needs. Peripheral intravenous administration is limited to a maximum of 4 mEq potassium per 100 mL^{xiii}.

Monitoring:

- Serum phosphate, calcium, and magnesium levels should be checked every 4-6 hours during treatment^{xiv}.

Additional Guidelines:

- Avoid rapid phosphate elevation to prevent hypocalcemia^{xiv}.
- Prefer oral treatment in non-life-threatening cases^{xiv}.

References:

-
- ⁱ Miller, N. E., Rushlow, D., & Stacey, S. K. (2023). Diagnosis and management of sodium disorders: Hyponatremia and hypernatremia. *American Family Physician*, 108(5), 476-486.
- ⁱⁱ Moritz, M. L., & Ayus, J. C. (2010). New aspects in the pathogenesis, prevention, and treatment of hyponatremic encephalopathy in children. *Pediatric Nephrology*, 25(7), 1225-1238. <https://doi.org/10.1007/s00467-009-1323-6>
- ⁱⁱⁱ Moritz, M. L., & Ayus, J. C. (2003). Prevention of hospital-acquired hyponatremia: A case for using isotonic saline. *Pediatrics*, 111(2), 227-230. <https://doi.org/10.1542/peds.111.2.227>
- ^{iv} Achinger, S. G., & Ayus, J. C. (2017). Treatment of hyponatremic encephalopathy in the critically ill. *Critical Care Medicine*, 45(10), 1762-1771. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000002595>
- ^v Food and Drug Administration. (2024, May 21). *Sodium chloride [Label]*. DailyMed. Retrieved from <https://dailymed.nlm.nih.gov/dailymed/lookup.cfm?setid=eb811d79-fdb8-1f1a-c2ad-1cc4bfc7eadf>
- ^{vi} Garrahy, A., Dineen, R., Hannon, A. M., et al. (2019). Continuous versus bolus infusion of hypertonic saline in the treatment of symptomatic hyponatremia caused by SIAD. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 104(9), 3595-3602. <https://doi.org/10.1210/jc.2019-00044>
- ^{vii} Sandau, K. E., Funk, M., Auerbach, A., et al. (2017). Update to practice standards for electrocardiographic monitoring in hospital settings: A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 136(19), e273-e344. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000527>
- ^{viii} Viera, A. J., & Wouk, N. (2015). Potassium disorders: Hypokalemia and hyperkalemia. *American Family Physician*, 92(6), 487-495.



-
- ^{ix} Zieg, J., Gonsorcikova, L., & Landau, D. (2016). Current views on the diagnosis and management of hypokalaemia in children. *Acta Paediatrica*, 105(7), 762-772. <https://doi.org/10.1111/apa.13398>
- ^x Felsenfeld, A. J., & Levine, B. S. (2012). Approach to treatment of hypophosphatemia. *American Journal of Kidney Diseases*, 60(4), 655-661. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2012.03.024>
- ^{xi} Docio, P., Llorente-Pelayo, S., García-Unzueta, M. T., et al. (2022). Mild hypophosphatemia-associated conditions in children: The need for a comprehensive approach. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(1), 687. <https://doi.org/10.3390/ijms24010687>
- ^{xii} Food and Drug Administration. (2022, March 31). *Sodium phosphates [Label]*. DailyMed. Retrieved from <https://dailymed.nlm.nih.gov/dailymed/drugInfo.cfm?setid=5bf47be3-f3fe-452b-8113-941796498345>
- ^{xiii} Charron, T., Bernard, F., Skrobik, Y., et al. (2003). Intravenous phosphate in the intensive care unit: More aggressive repletion regimens for moderate and severe hypophosphatemia. *Intensive Care Medicine*, 29(8), 1273-1278. <https://doi.org/10.1007/s00134-003-1872-2>
- ^{xiv} Tebben, P. J. (2022). Hypophosphatemia: A practical guide to evaluation and management. *Endocrine Practice*, 28(10), 1091-1099. <https://doi.org/10.1016/j.eprac.2022.07.005>