



สมาคมโภชนาการเด็กแห่งประเทศไทย

แนวเวชปฏิบัติสำหรับ การให้อาหารทางหลอดเลือดดำในทารกและเด็ก

พ.ศ. 2564

จัดทำโดย

สมาคมโภชนาการเด็กแห่งประเทศไทย

ราชวิทยาลัยกุมารแพทย์แห่งประเทศไทย

สมาคมกุมารแพทย์แห่งประเทศไทย

คำนำ

ปัจจุบันผู้ป่วยทารกและเด็กที่ต้องได้รับการรักษาด้วยอาหารทางหลอดเลือดดำมีจำนวนมากขึ้นและผลิตภัณฑ์อาหารทางหลอดเลือดดำในประเทศไทยมีความหลากหลายมากขึ้นทำให้บุคลากรทางการแพทย์อาจมีความไม่มั่นใจในการให้โภชนบำบัดด้วยอาหารทางหลอดเลือดดำอย่างถูกต้อง ความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องทันสมัยเกี่ยวกับความต้องการพลังงานและสารอาหารชนิดต่าง ๆ ในทารกและเด็กป่วย รวมถึงการดูแลสายสวน การติดตามและรักษาภาวะแทรกซ้อนจากการให้อาหารทางหลอดเลือดดำมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะนำไปสู่การดูแลรักษาผู้ป่วยกลุ่มนี้อย่างถูกต้อง ลดอัตราการเกิดภาวะแทรกซ้อน ระยะเวลาการนอนโรงพยาบาลและอัตราการเสียชีวิต ทั้งนี้การเลือกผลิตภัณฑ์อย่างถูกต้องเหมาะสมกับอายุและสภาวะความเจ็บป่วยจะช่วยให้สถานพยาบาลบริหารทรัพยากรที่มีจำกัดให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

แนวเวชปฏิบัตินี้จัดทำสำหรับกุมารแพทย์และบุคลากรทางการแพทย์ในทีมโภชนบำบัดในโรงพยาบาล อย่างไรก็ตามแนวเวชปฏิบัติฉบับนี้เป็นเพียงแนวทางในการดูแลรักษาผู้ป่วยที่เหมาะสมกับทรัพยากรและบริบทของประเทศไทย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยเด็กและเกื้อหนุนให้เกิดการทำงานเป็นทีมโดยยึดผู้ป่วยเป็นศูนย์กลางนำไปสู่การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการดูแลผู้ป่วยกลุ่มนี้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เป็นข้อมูลที่เผยแพร่ให้แก่บุคลากรสาธารณสุขเพื่อช่วยในการตัดสินใจแต่ไม่ใช่มาตรฐานตามกฎหมายที่ต้องทำตามทุกอย่างเนื่องจากผู้ป่วยแต่ละรายมีปัญหาในรายละเอียดแตกต่างกันไป ศักยภาพ อุปกรณ์ทางการแพทย์ หรือการตรวจทางห้องปฏิบัติการ ที่มีอยู่ในแต่ละสถานพยาบาลก็แตกต่างกัน ดังนั้นการพิจารณาตัดสินใจจึงขึ้นกับดุลยพินิจของแพทย์และทีมโภชนบำบัดโดยใช้วิจารณญาณซึ่งเป็นที่ยอมรับและอยู่บนพื้นฐานหลักวิชาการและจรรยาบรรณเป็นสำคัญ คณะผู้จัดทำขอสงวนสิทธิ์ในการนำไปใช้อ้างอิงทางกฎหมายโดยไม่ผ่านการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญในทุกกรณี

แนวเวชปฏิบัตินี้จัดทำโดยกุมารแพทย์ผู้เชี่ยวชาญอนุสาขากุมารเวชศาสตร์โภชนาการ ซึ่งได้รับความเห็น
เพิ่มเติมจากทีมเภสัชกรผู้เชี่ยวชาญ โดยการสนับสนุนของสมาคมโภชนาการเด็กแห่งประเทศไทยและราชวิทยาลัย
กุมารแพทย์แห่งประเทศไทยเป็นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2564 ในภายภาคหน้าหากมีข้อมูลทางวิชาการหรือหลักฐาน
ทางการแพทย์เชิงประจักษ์ใหม่ ๆ แนวปฏิบัตินี้อาจมีการปรับแก้ไขเพื่อให้มีความทันสมัยและเหมาะสมกับบริบท
ของประเทศไทย คณะกรรมการผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าแนวเวชปฏิบัตินี้จะมีส่วนช่วยให้การดูแลรักษาทารก
และเด็กที่ต้องได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

คณะกรรมการผู้จัดทำ

กันยายน 2564

คณะกรรมการจัดทำแนวเวชปฏิบัติสำหรับการให้อาหารทางหลอดเลือดดำในทารกและเด็ก

บรรณาธิการ

รศ. พญ.นฤมล เต็มทรัพย์สุนทร

รศ. ดร. พญ.ศิรินุช ชมโท

รศ. พญ.พัชราภา ทวีกุล

ผู้นิพนธ์

พญ.พุธิตา แสงพานิชย์

ผศ.พิเศษ พญ.ชนนิกานต์ วิสูตรานุกูล

ผศ.พิเศษ พญ.อรภา สุธีโรจน์ตระกูล

พญ.สิรินภา ศิวารมณ

นพ.จรัสพงษ์ เอื้ออริยะพานิชกุล

ภกญ.มณวีรัตน์ เล่าหจිරพันธ์

ภกญ.นันทนา นิมสมบูรณ์

ภกญ.วรัญญา พันธกาญจนกิจ

คณะกรรมการสมาคมโภชนาการเด็กแห่งประเทศไทย วาระปี พ.ศ. 2561-2563

ศ.คลินิกเกียรติคุณ นพ.เพียรวิทย์ ตันติแพทยางกูร	ที่ปรึกษากิตติมศักดิ์
ศ. นพ.พิภพ จิรภิญโญ	ที่ปรึกษากิตติมศักดิ์
รศ. พญ.ลัดดา เหมาะสุวรรณ	ที่ปรึกษากิตติมศักดิ์
รศ. พญ.อุมาพร สุทัศน์วรวิติ	ที่ปรึกษากิตติมศักดิ์
นพ.ไพบูลย์ เอกแสงศรี	ที่ปรึกษากิตติมศักดิ์
รศ. นพ.สังคม จงพิพัฒน์วินิชย์	ที่ปรึกษากิตติมศักดิ์
รศ. ดร. พญ.นลินี จงวิริยะพันธ์ุ์	นายกสมาคม
พ.อ. นพ.เรืองวิทย์ ตันติแพทยางกูร	อุปนายกและเลขาธิการ
รศ. ดร. พญ.ศิรินุช ชมโท	กรรมการและวิชาการ
ผศ. พญ.อรพร ดำรงวงศ์ศิริ	กรรมการและวิชาการ
ผศ.พิเศษ พญ.ชนิกานต์ วิสูตรานุกูล	กรรมการและวิชาการ
รศ. พญ.นฤมล เด่นทรัพย์สุนทร	กรรมการและทะเบียน เว็บไซต์ และประชาสัมพันธ์
นพ.สุรณัฐ แก้วฉิมมีย์	กรรมการและปฎิคม
ผศ.พิเศษ พญ.อรภา สุธีโรจน์ตระกูล	กรรมการและปฎิคม
ผศ.พิเศษ พญ.อรรวรรณ เอี่ยมโอภาส	กรรมการและเหรียญก
พญ.จิรพรรณ โพธิ์สุวรรณากุล	กรรมการและผู้ช่วยเลขาธิการ
รศ. นพ.ชาญชัย พานทองวิริยะกุล	กรรมการ
รศ.พิเศษ พญ.สุนทรี รัตนชูเอก	กรรมการ
รศ. พญ.สุภาพรรณ ตันตราชีวรร	กรรมการ
รศ. นพ.สงวนศักดิ์ ฤกษ์ศุภผล	กรรมการ
ผศ. พญ.พัชราภา ทวีกุล	กรรมการ
ผศ. พญ.มณีรัตน์ ภูวนันท์	กรรมการ
ผศ. พญ.นพร อึ้งอาภรณ์	กรรมการ
พญ.ปาจรีย์ ลิ้มทองแห่ง	กรรมการ
พญ.สุชาอร แสงนิพันธ์กุล	กรรมการ

คณะกรรมการสมาคมโภชนาการเด็กแห่งประเทศไทย วาระปี พ.ศ. 2564-2566

ศ.คลินิกเกียรติคุณ นพ.เพียรวิทย์ ตันติแพทยางกูร	ที่ปรึกษากิตติมศักดิ์
ศ. นพ.พิภพ จิรภิญโญ	ที่ปรึกษากิตติมศักดิ์
รศ. พญ.ลัดดา เหมาะสุวรรณ	ที่ปรึกษากิตติมศักดิ์
รศ. พญ.อุมาพร สุทัศนาวุธ	ที่ปรึกษากิตติมศักดิ์
นพ.ไพบูลย์ เอกแสงศรี	ที่ปรึกษากิตติมศักดิ์
รศ. นพ.สังคม จงพิพัฒน์วณิชย์	ที่ปรึกษากิตติมศักดิ์
รศ. ดร. พญ.นลินี จงวิริยะพันธ์ุ์	ที่ปรึกษากิตติมศักดิ์
รศ. นพ.ชาญชัย พานทองวิริยะกุล	ที่ปรึกษากิตติมศักดิ์
รศ.พิเศษ พญ.สุนทรี รัตนชูเอก	ที่ปรึกษากิตติมศักดิ์
รศ. พญ.สุภาพรรณ ตันตราชีวะธร	นายกสมาคม
พ.อ. นพ.เรืองวิทย์ ตันติแพทยางกูร	อุปนายก
พญ.จิรพรรณ โพธิ์สุวรรณากุล	กรรมการและเลขาธิการ
ผศ. พญ.พัชราภา ทวีกุล	กรรมการและเหรัญญิก
รศ. พญ.นฤมล เต็มทรัพย์สุนทร	กรรมการ นายทะเบียนและเว็บไซต์
ผศ.พิเศษ พญ.อรภา สุธีโรจน์ตระกูล	กรรมการและปลัด
พญ.สุชาอร แสงนิพันธ์กุล	กรรมการและประชาสัมพันธ์
รศ. ดร. พญ.ศิรินุช ชมโท	กรรมการและวิชาการ
ผศ.พิเศษ พญ.ชนนิกานต์ วิสูตรานุกุล	กรรมการและวิจัย
นพ.นิติโรจน์ บงกชวิลาวัลย์	กรรมการและผู้ช่วยเลขาธิการ
พญ.สิรินภา ศิวารมณ	กรรมการและผู้ช่วยเหรัญญิก
ผศ.พิเศษ พญ.อรรวรรณ เอี่ยมโอภาส	กรรมการ
ผศ. พญ.อรพร ดำรงวงศ์ศิริ	กรรมการ
ผศ. พญ.มณีนรัตน์ ภูวนันท์	กรรมการ
นพ.สุรณัฐ แก้วณิมีย์	กรรมการ
ผศ. พญ.กุลนิภา กิตติศักดิ์มนตรี	กรรมการ
นพ.จรัสพงศ์ เอื้ออริยะพานิชกุล	กรรมการ
พญ.พุดิตา แสงพานิชย์	กรรมการ

กระบวนการจัดทำ

ทางสมาคมโภชนาการเด็กแห่งประเทศไทยโดยคณะกรรมการตั้งแต่วันที่ 2561-2563 ได้มอบหมายงานแก่คณะทำงานซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญกุมารแพทย์โภชนาการให้ทบทวนวรรณกรรมและหลักฐานเชิงประจักษ์เท่าที่มีในปัจจุบันเกี่ยวกับการให้อาหารทางหลอดเลือดดำ และรวบรวมเนื้อหาเพื่อจัดทำแนวทางเวชปฏิบัติ หลังจากได้เนื้อหาแนวทางเวชปฏิบัติฉบับร่างแล้ว ได้มีการทบทวนอีกครั้งโดยคณะทำงาน (internal review) เพื่อให้แน่ใจในความถูกต้องและเป็นที่ยอมรับจากทุกฝ่ายโดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวกับการให้น้ำหนักของหลักฐานและน้ำหนักของคำแนะนำ ทั้งนี้ได้มีการประชุมคณะทำงานทางไกลเพื่อหารือเรื่องการให้น้ำหนักของคำแนะนำและนำเข้าไปประชุมสมาคมฯ เพื่อขอความเห็นเมื่อวันที่ 21 สิงหาคม 2564 จากนั้นคณะกรรมการผู้จัดทำรวบรวมและแก้ไขตามข้อเสนอแนะ และส่งให้คณะผู้ทบทวนภายนอก (external review) ตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะโดยการทำประชาพิจารณ์ในที่ประชุมราชวิทยาลัยกุมารแพทย์แห่งประเทศไทย เมื่อวันที่ 29 ตุลาคม 2564 จากนั้นบรรณาธิการและคณะทำงานแก้ไขเป็นครั้งสุดท้ายก่อนที่จะทำการเผยแพร่ต่อไปดังแผนภาพ



ขั้นตอนการตรวจสอบและทบทวนแนวทางเวชปฏิบัติก่อนนำเผยแพร่

การให้น้ำหนักของหลักฐาน (quality of evidence)

ระดับ A หมายถึง หลักฐานที่ได้จาก

A1 - การทบทวนแบบมีระบบ (systematic review) หรือการวิเคราะห์พื้นฐาน (meta-analysis) ของการศึกษาแบบกลุ่มสุ่มตัวอย่าง-ควบคุม (randomized-controlled clinical trials) หรือ

A2 - การศึกษาแบบกลุ่มสุ่มตัวอย่าง-ควบคุมที่มีคุณภาพดีเยี่ยม อย่างน้อย 1 ฉบับ (a well-designed, randomized-controlled, clinical trial)

ระดับ B หมายถึง หลักฐานที่ได้จาก

B1 - การทบทวนแบบมีระบบของการศึกษาควบคุม แต่ไม่ได้สุ่มตัวอย่าง (systematic review of non-randomized, controlled, clinical trials) หรือ

B2 - การศึกษาควบคุม แต่ไม่สุ่มตัวอย่าง ที่มีคุณภาพดีเยี่ยม (well-designed, non-randomized, controlled clinical trial) หรือ

B3 - หลักฐานจากรายงานการศึกษาตามแผนติดตามเหตุไปหาผล (cohort) หรือการศึกษาวิเคราะห์ควบคุมกรณีย้อนหลัง (case control analytic studies)

ที่ได้รับการออกแบบวิจัยเป็นอย่างดี มาจากสถาบัน หรือกลุ่มวิจัยมากกว่าหนึ่งแห่ง/กลุ่ม หรือ

B4 - หลักฐานจากพหุกาลานุกรม (multiple time series) ซึ่งมีหรือไม่มีมาตรการดำเนินการ หรือหลักฐานที่ได้จากการวิจัยทางคลินิกในรูปแบบอื่น หรือทดลองแบบไม่มีการควบคุม

ซึ่งมีผลประจักษ์ถึงประโยชน์หรือโทษจากการปฏิบัติมาตรการที่เด่นชัดมาก เช่น

ผลของการนำยาเพ็นนิซิลินมาใช้ในราว พ.ศ. 2480 จะได้รับการจัดอยู่ในหลักฐานประเภทนี้

ระดับ C หมายถึง หลักฐานที่ได้จาก

C1 - การศึกษาพรรณนา (descriptive studies) หรือ

C2 - การศึกษาควบคุมที่มีคุณภาพพอใช้ (fair-designed, controlled clinical trial)

ระดับ D หมายถึง หลักฐานที่ได้จาก

D1 - รายงานของคณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญ ประกอบกับความเห็นพ้องหรือฉันทามติ (consensus) ของคณะผู้เชี่ยวชาญ บนพื้นฐานประสบการณ์ทางคลินิก หรือ

D2 - รายงานอนุกรมผู้ป่วยจากการศึกษาในประชากรต่างกลุ่ม และคณะผู้ศึกษาต่างคณะ อย่างน้อย 2 ฉบับ

ร่างเพื่อประชาสัมพันธ์

การให้น้ำหนักคำแนะนำ (strength of recommendation)

น้ำหนัก ++ หมายถึง “แนะนำอย่างยิ่ง” (strongly recommend)

คือ ความมั่นใจของคำแนะนำให้ทำอยู่ในระดับสูง เพราะมาตรการดังกล่าวมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้ป่วยและคุ้มค่า (cost effective) (ควรทำ)

น้ำหนัก + หมายถึง “แนะนำ” (recommend)

คือ ความมั่นใจของคำแนะนำให้ทำอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากมาตรการดังกล่าวอาจมีประโยชน์ต่อผู้ป่วย และอาจคุ้มค่าในภาวะจำเพาะ (อาจไม่ทำก็ได้ขึ้นอยู่กับ สถานการณ์และความเหมาะสม: น่าทำ)

น้ำหนัก +/- หมายถึง “ไม่แนะนำและไม่คัดค้าน” (neither recommend nor against)

คือ ความมั่นใจยังกำกวมในการให้คำแนะนำ เนื่องจากมาตรการดังกล่าวยังมีหลักฐานไม่เพียงพอในการสนับสนุน หรือคัดค้านว่าอาจมีหรืออาจไม่มีประโยชน์ต่อผู้ป่วย และอาจไม่คุ้มค่า แต่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ป่วยเพิ่มขึ้น ดังนั้นการตัดสินใจกระทำ ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ (อาจทำหรืออาจไม่ทำก็ได้)

น้ำหนัก - หมายถึง “ไม่แนะนำ” (not recommend)

คือ ความมั่นใจของคำแนะนำ ไม่ให้ทำอยู่ใน ระดับปานกลาง เนื่องจากมาตรการดังกล่าวไม่มีประโยชน์ต่อผู้ป่วย และไม่คุ้มค่าหากไม่จำเป็น (อาจทำก็ได้กรณีมีความจำเป็น แต่โดยทั่วไป “ไม่น่าทำ”)

น้ำหนัก - - หมายถึง “ไม่แนะนำอย่างยิ่ง/คัดค้าน” (strongly not recommend/ against)

คือ ความมั่นใจของคำแนะนำไม่ให้ทำอยู่ในระดับสูง เพราะมาตรการดังกล่าวอาจเกิดโทษ หรือก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ป่วย (ไม่ควรทำ)

นิยาม (definitions of key terms)

Antibiotic line lock	การใส่ยาปฏิชีวนะค้างไว้ในสายสวนหลอดเลือด
Bone mineral accretion	การสร้างของมวลกระดูก
Bone mineralization	กระบวนการสะสมแร่ธาตุของกระดูก
Central venous access	การให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำส่วนกลาง
CLABSI	การติดเชื้อในกระแสเลือดที่สัมพันธ์กับการใส่สายสวนหลอดเลือด
Composite ILEs	ILEs ที่มีส่วนประกอบของแหล่งไขมันมากกว่า 1 แหล่ง
Conditionally essential amino acids	กรดอะมิโนที่จำเป็นในบางภาวะ
CRBSI	ภาวะติดเชื้อในกระแสเลือดที่เกิดจากการใส่สายสวนหลอดเลือดดำ มีหลักฐานยืนยันโดยผลเพาะเชื้อ
Cyclic parenteral nutrition	การบริหารการให้อาหารทางหลอดเลือดดำโดยลดระยะเวลาที่ให้ในแต่ละวันลง จากการให้ตลอด 24 ชั่วโมง เป็นให้บางช่วงเวลาในแต่ละวัน
Essential/ indispensable amino acids	กรดอะมิโนจำเป็น
Fat-soluble vitamin	วิตามินที่ละลายในไขมัน
Home parenteral nutrition	อาหารทางหลอดเลือดดำที่บ้าน

IFALD/ PNALD	ภาวะแทรกซ้อนทางตับและทางเดินน้ำดีที่สัมพันธ์กับ ภาวะลำไส้ล้มเหลวที่เกิดจากการให้อาหารทางหลอดเลือดดำ
Implantable port	สายสวนชนิดฝังในชั้นใต้ผิวหนัง
Necrotizing enterocolitis	ภาวะลำไส้เน่าในทารกเกิดก่อนกำหนด
Negative nitrogen balance	การสูญเสียดุลของไนโตรเจนในร่างกาย
Non-essential/ dispensable amino acids	กรดอะมิโนไม่จำเป็น
Parenteral nutrition	อาหารทางหลอดเลือด
Peripheral venous access	การให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำส่วนปลาย
Peripherally inserted central venous catheter	การใส่สายสวนจากหลอดเลือดดำส่วนปลาย เข้าสู่หลอดเลือดดำส่วนกลาง
Rate of glucose oxidation	อัตราสูงสุดที่ร่างกายสามารถนำกลูโคสไปใช้สร้างพลังงานในปฏิกิริยาออกซิเดชัน
Sepsis	ภาวะพิษเหตุติดเชื้อ
Tissue accretion	การสร้างเนื้อเยื่อ
Umbilical catheter	การใส่สายสวนที่หลอดเลือดสายสะดือ
Water-soluble vitamin	วิตามินที่ละลายในน้ำ

การให้อาหารทางหลอดเลือดดำในระยะยาว

การให้อาหารทางหลอดเลือดดำเป็นเวลานานกว่า 3-4
สัปดาห์ขึ้นไป

ร่างเพื่อประชาสัมพันธ์

คำย่อ คำเต็ม (abbreviations and acronyms)

ALP	alkaline phosphatase
ALT	alanine transaminase
AST	aspartate transaminase
BPD	bronchopulmonary dysplasia
BUN	blood urea nitrogen
CBC	complete blood count
CLABSI	central line-associated bloodstream infection
CRBSI	catheter-related bloodstream infection
CVC	central venous catheter
EFAD	essential fatty acid deficiency
ESPGHAN	European Society for Paediatric Gastroenterology Hepatology and Nutrition
FO	fish oil
GGT	gamma-glutamyl transferase
IFALD	intestinal failure-associated liver disease
ILEs	intravenous lipid emulsions

IVH intraventricular hemorrhage

MCT medium-chain triglycerides

NEC necrotizing enterocolitis

NPC non-protein calories

OO olive oil

PDA patent ductus arteriosus

PICC peripherally inserted central venous catheter

PN parenteral nutrition

PNALD parenteral nutrition-associated liver disease

ROP retinopathy of prematurity

ROS reactive oxygen species

SO soybean oil

TPN total parenteral nutrition

VLBW very low birth weight

VLDL very-low-density lipoprotein

กก. กิโลกรัม

ม. เมตร

มก. มิลลิกรัม

ร่างเพื่อประชาสัมพันธ์

สารบัญ

คำนำ	ii
รายชื่อคณะทำงาน	iv
กระบวนการจัดทำ	vii
การให้น้ำหนักของหลักฐาน	viii
การให้น้ำหนักคำแนะนำ	x
นิยาม	xi
คำย่อ คำเต็ม	xiv
บทที่ 1 พลังงาน	1
บทที่ 2 กรดอะมิโน	10
บทที่ 3 ลิพิดอีมีลชันที่ให้ทางหลอดเลือดดำ	20
บทที่ 4 คาร์โบไฮเดรต	31
บทที่ 5 สารน้ำและเกลือแร่	36
บทที่ 6 แคลเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม	42
บทที่ 7 เหล็ก และแร่ธาตุปริมาณน้อย	48
บทที่ 8 วิตามิน	54
บทที่ 9 หลอดเลือดดำที่ใช้ในการให้สารอาหาร	59
บทที่ 10 การจัดการการให้อาหารทางหลอดเลือดดำอย่างเป็นระบบ	71
บทที่ 11 ภาวะแทรกซ้อน	81
ภาคผนวก	

ก. สารอาหารทางหลอดเลือดดำที่มีจำหน่ายในประเทศไทย

ข. ตารางสรุปความต้องการอาหารทางหลอดเลือดดำของทารกและเด็ก

ค. คำถามทางการแพทย์ที่พบบ่อย

รายนามผู้ร่วมให้ประชาพิจารณ์ ข้อคิดเห็น และคำแนะนำต่างๆ

กิตติกรรมประกาศ

ร่างเพื่อประชาพิจารณ์

บทที่ 1 พลังงาน

(Energy)

พริดา แสงพานิชย์

พลังงานที่ร่างกายต้องการในแต่ละวัน ขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น อายุ เพศ พันธุกรรม ภาวะโภชนาการ โรคประจำตัว และการสูญเสียพลังงาน⁽¹⁾ พลังงานที่ให้ในอาหารทางหลอดเลือดดำ คำนวณจากส่วนประกอบหลัก ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ซึ่งให้พลังงานเท่ากับ 3.4, 4 และ 10 กิโลแคลอรีต่อกรัม^(1, 2) ตามลำดับ แม้ว่าการให้โปรตีนหรือกรดอะมิโนทางหลอดเลือดดำ จะมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อนำไปใช้สร้างเนื้อเยื่อต่าง ๆ และซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอมากกว่าการนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานก็ตาม^(1, 3)

ส่วนประกอบของพลังงานที่ร่างกายต้องการต่อวัน

ส่วนประกอบของพลังงานที่ร่างกายต้องการต่อวัน แบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลัก ได้แก่ พลังงานที่ใช้เป็นอัตราการครองชีพพื้นฐาน (basal metabolic rate) พลังงานที่ใช้ในกิจกรรมทางกาย (physical activity) พลังงานที่ใช้ในการย่อยและการดูดซึมอาหาร (diet-induced thermogenesis) และ พลังงานที่ใช้ในการเจริญเติบโต

1. พลังงานที่ใช้เป็นอัตราการครองชีพพื้นฐาน คือ พลังงานพื้นฐานที่ใช้ในการดำรงชีพ เป็นส่วนประกอบใหญ่ของพลังงานที่ร่างกายต้องการ (ร้อยละ 60-70)⁽³⁾ การวัดพลังงานสามารถใช้พลังงานที่ร่างกายต้องการขณะพัก (resting energy expenditure) ทดแทนได้ โดยแนะนำให้วัดขณะที่อุณหภูมิร่างกายปกติ ไม่มีกิจกรรมทางกาย และภายหลังดื่มน้ำและอาหาร 12-18 ชั่วโมง พลังงานที่ใช้เป็นอัตราการครองชีพพื้นฐานและพลังงานที่ร่างกายต้องการขณะพักมีค่าแตกต่างกันไม่เกินร้อยละ 10⁽¹⁾

พลังงานที่ร่างกายต้องการต่อวันสามารถตรวจวัดด้วยวิธี doubly labeled water และวิธี indirect calorimetry หรือคำนวณจากสมการต่าง ๆ การตรวจโดย indirect calorimetry ถือว่ามีความถูกต้อง แม่นยำสูงกว่าการคำนวณด้วยสมการ และสามารถทำได้ง่ายกว่าวิธี doubly labeled water⁽³⁾

สมการที่นิยมใช้ในการคำนวณพลังงานที่ร่างกายต้องการขณะพัก เช่น Schofield equations, World Health Organization (WHO) equations และ Harris-Benedict equations โดยสมการส่วนใหญ่ใช้น้ำหนักตัวเป็นหลักในการคำนวณพลังงาน แต่ในบางสมการใช้ความสูงร่วมด้วย ทำให้ผลลัพธ์ของแต่ละสมการมีความแตกต่างกัน ในทารกที่มีสุขภาพดี สมการของ WHO และ Schofield คำนวณได้ค่าพลังงานที่ต่ำหรือสูงกว่าพลังงานที่ได้จากการวัด^(4, 5) ในขณะที่สมการของ Harris-Benedict คำนวณได้ค่าที่สูงกว่าพลังงานที่ได้จากการวัด⁽⁵⁾ สมการที่ให้ค่าใกล้เคียงกับพลังงานที่ได้จากการวัดมากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผู้ป่วยที่มีภาวะทุพโภชนาการ คือ Schofield equations ที่ใช้น้ำหนักตัวและส่วนสูงในการคำนวณ^(1, 3, 6) (B4, ++) สมการของ Schofield ที่ใช้ในการคำนวณพลังงานที่ร่างกายต้องการขณะพัก^(1, 7) ดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 สมการคำนวณพลังงานที่ร่างกายต้องการขณะพัก (resting energy expenditure)

ชื่อสมการ	อายุ (ปี)	เพศ	สมการที่ใช้น้ำหนักและส่วนสูง	สมการที่ใช้น้ำหนัก
Schofield	0-3	ชาย	$0.167 (\text{น้ำหนัก}) + 1517.4 (\text{ส่วนสูง}) - 617.6$	$59.5 (\text{น้ำหนัก}) - 30$
		หญิง	$16.25 (\text{น้ำหนัก}) + 1023.2 (\text{ส่วนสูง}) - 413.5$	$58.3 (\text{น้ำหนัก}) - 31$
	3-10	ชาย	$19.60 (\text{น้ำหนัก}) + 130.3 (\text{ส่วนสูง}) + 414.9$	$22.7 (\text{น้ำหนัก}) + 504$
		หญิง	$16.97 (\text{น้ำหนัก}) + 161.8 (\text{ส่วนสูง}) + 371.2$	$20.3 (\text{น้ำหนัก}) + 486$
	10-18	ชาย	$16.25 (\text{น้ำหนัก}) + 137.2 (\text{ส่วนสูง}) + 515.5$	$17.7 (\text{น้ำหนัก}) + 658$
		หญิง	$8.365 (\text{น้ำหนัก}) + 465.6 (\text{ส่วนสูง}) + 200.0$	$13.4 (\text{น้ำหนัก}) + 692$

ข้อมูลดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิงหมายเลข 1,7 น้ำหนักหน่วยเป็น กก. ส่วนสูงหน่วยเป็น ม.

2. พลังงานที่ใช้ในกิจกรรมทางกาย เป็นพลังงานที่สำคัญเป็นอันดับที่ 2 คิดเป็นประมาณร้อยละ 15-40 ของพลังงานต่อวัน⁽³⁾ โดยขึ้นกับปัจจัยหลายประการ เช่น อายุ กิจกรรมประจำวัน และการเจ็บป่วย ปัจจัยของระดับกิจกรรมทางกายใช้ในการคำนวณพลังงานที่ร่างกายต้องการต่อวัน โดยนำค่าคงที่ไปคูณกับพลังงานที่ร่างกายต้องการขณะพัก⁽¹⁾ ดังแสดงในตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 ปัจจัยของระดับกิจกรรมทางกาย

ระดับกิจกรรมทางกาย	ค่าคงที่
นอนหลับ	1.0
ตื่นอยู่ในท่านอนนิ่งหรือนั่งนิ่ง ๆ	1.2
นั่งทำกิจกรรมหรือยืนนิ่ง ๆ	1.4-1.5
กิจกรรมทางกายระดับเบา	1.5
กิจกรรมทางกายระดับปานกลาง	1.7
กิจกรรมทางกายระดับหนัก	2.0

ข้อมูลดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิงหมายเลข 1

3. พลังงานที่ใช้ในการย่อยและการดูดซึมอาหาร คือ พลังงานที่ใช้ในกระบวนการย่อย การดูดซึมอาหาร และการสร้างเนื้อเยื่อ คิดเป็นพลังงานประมาณร้อยละ 10 ของพลังงานที่ร่างกายต้องการต่อวัน^(1, 3)

4. พลังงานที่ใช้ในการเจริญเติบโต พลังงานในส่วนนี้ขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น อายุ การเจ็บป่วย ภาวะโภชนาการ และ pubertal status พลังงานที่ใช้ในการเจริญเติบโตมีค่าลดลงนับตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุ 1 ปี และเพิ่มขึ้นอีกครั้งเมื่อเข้าสู่วัยรุ่น โดยพลังงานที่ใช้ในการเจริญเติบโตที่อายุ 0-3 เดือน, 4-6 เดือน และ 6-12 เดือน เท่ากับ 175, 60 และ 20 กิโลแคลอรีต่อวัน ตามลำดับ

เด็กที่มีภาวะทุพโภชนาการต้องการพลังงานที่ใช้ในการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้น โดยคำนวณพลังงานได้จากน้ำหนักจริง คูณด้วย 1.2-1.5 เท่า หรือมากกว่านั้นในรายที่มีภาวะทุพโภชนาการรุนแรง⁽¹⁾ (D1, +)

การวัดพลังงานโดยวิธี indirect calorimetry มีความถูกต้อง แม่นยำสูง และเป็นที่ยอมรับ^(1, 3) การคำนวณพลังงานจากสมการต่าง ๆ อาจมีความคลาดเคลื่อน แต่สามารถนำมาใช้ในกรณีที่ไม่สามารถวัดได้ด้วยวิธี indirect calorimetry อย่างไรก็ตาม ผู้ป่วยบางรายควรได้รับการวัดพลังงานด้วยวิธี indirect calorimetry เช่น ผู้ป่วยทารก และเด็กที่มีภาวะทุพโภชนาการปานกลางถึงรุนแรง และผู้ป่วยที่มีเมแทบอลิซึมผิดปกติ⁽¹⁾ (D1, +)

แนวปฏิบัติของ European Society for Paediatric Gastroenterology Hepatology and Nutrition (ESPHGHAN) ร่วมกับ European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), European Society of Paediatric Research (ESPR) และ Chinese Society of Parenteral and Enteral Nutrition (CSPEN) ปี พ.ศ. 2561⁽¹⁾ แนะนำการให้พลังงานทางหลอดเลือดดำตามช่วงอายุของผู้ป่วยและระยะการเจ็บป่วย ดังแสดงในตารางที่ 1.3 (D1, ++) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ระยะเจ็บป่วยเฉียบพลัน (acute phase) คือ ผู้ป่วยวิกฤตที่ต้องได้รับการช่วยเหลือกู้ชีพหรือได้รับการรักษาเพื่อพยุงการทำงานของอวัยวะที่สำคัญ ระยะนี้ใช้เวลานานเป็นชั่วโมงถึงวัน
2. ระยะอาการคงที่ (stable phase) คือ ผู้ป่วยวิกฤตที่ได้รับการรักษาจนมีอาการทางคลินิกคงที่สามารถลดการรักษาที่พยุงอวัยวะสำคัญได้ โดยมีความต้องการพลังงานเพิ่มขึ้นประมาณ 1.3-1.5 เท่าของพลังงานที่ร่างกายต้องการขณะพัก ระยะนี้ใช้เวลานานเป็นวันถึงสัปดาห์
3. ระยะฟื้นตัว (recovery phase) คือ ระยะที่ผู้ป่วยกลับมามีอาการทางกายหรือระยะฟื้นฟูร่างกาย โดยความต้องการพลังงานจะสูงขึ้น ระยะนี้ใช้เวลานานเป็นสัปดาห์⁽⁸⁾ ทั้งนี้ สามารถใช้ค่าความต้องการพลังงานในระยนี้กับผู้ป่วยทั่วไปที่ไม่ใช่ผู้ป่วยวิกฤตอีกด้วย

ตารางที่ 1.3 ความต้องการพลังงานจากอาหารทางหลอดเลือดดำในระยะต่าง ๆ ตามแนวปฏิบัติของ

ESPHGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN

อายุ	ความต้องการพลังงาน (กิโลแคลอรี/กก./วัน)		
	ระยะเจ็บป่วยเฉียบพลัน ^ก	ระยะอาการคงที่ ^ก	ระยะฟื้นตัว
ทารกเกิดก่อนกำหนด	45-55 ^ข		90-120
0-1 ปี	45-50	60-65	75-85
1-7 ปี	40-45	55-60	65-75
7-12 ปี	30-40	40-55	55-65
12-18 ปี	20-30	25-40	30-55

ข้อมูลดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิงหมายเลข 1

^กพลังงานที่แนะนำในผู้ป่วยวิกฤต

^ขพลังงานที่แนะนำในวันแรกของชีวิต

ESPHGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN, European Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition/European Society for Clinical Nutrition and Metabolism/European Society of Paediatric Research/Chinese Society of Parenteral and Enteral Nutrition

อย่างไรก็ตาม การให้พลังงานจากอาหารทางหลอดเลือดดำด้วยวิธีการวัดและการคำนวณจากสมการอาจมีความคลาดเคลื่อนไปจากพลังงานที่ร่างกายต้องการจริงได้ เนื่องจากมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องและเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เช่น ภาวะการเจ็บป่วย กิจกรรมทางกาย และการสูญเสียพลังงาน ดังนั้น การติดตามผลการรักษา เช่น การเจริญเติบโต ภาวะโภชนาการ และอาการทางคลินิกเป็นระยะเป็นสิ่งสำคัญ⁽³⁾ (D1, ++)

การให้พลังงานจากอาหารทางหลอดเลือดดำในทารกเกิดก่อนกำหนด

ส่วนประกอบของความต้องการพลังงานในทารกแรกเกิดก่อนกำหนดที่สำคัญ คือ พลังงานที่ใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่งเป็นพลังงานที่ใช้ในการสร้างเนื้อเยื่อและพลังงานที่สะสมในเนื้อเยื่อต่าง ๆ ทารกแรกเกิดก่อนกำหนดต้องการพลังงานที่ได้รับจากทางเดินอาหาร 110-135 กิโลแคลอรี/กก./วัน เพื่อให้มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 17-20 กรัม/กก./วัน เสมือนขณะทารกอยู่ในครรภ์ ดังนั้น หากเป็นพลังงานที่ต้องการจากอาหารทางหลอดเลือดดำ จะน้อยกว่าพลังงานที่ได้รับจากทางเดินอาหารประมาณ 30 กิโลแคลอรี/กก./วัน จึงคิดเป็น 90-120 กิโลแคลอรี/กก./วัน^(1, 3, 9) โดยควรได้รับพลังงานประมาณ 45-55 กิโลแคลอรี/กก./วัน ในช่วงวันแรกของชีวิต⁽¹⁾ (D1, ++) สัดส่วนของพลังงานที่ได้รับจากคาร์โบไฮเดรต, โปรตีน และไขมันเป็นร้อยละ 45-55, 10-15 และ 35-40 ตามลำดับ⁽³⁾

การให้พลังงานจากอาหารทางหลอดเลือดดำในผู้ป่วยวิกฤต

ภาวะเจ็บป่วยเฉียบพลัน การติดเชื้อรุนแรง และการผ่าตัดมีการใช้พลังงานและเมแทบอลิซึมที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ผู้ป่วย ความรุนแรงของโรค และระยะเวลาหลังการเกิดโรค ผู้ป่วยวิกฤตแบ่งได้เป็น 3 ระยะดังกล่าวข้างต้น โดยในระยะเฉียบพลันแนะนำให้ได้รับพลังงานจากอาหารทางหลอดเลือดดำประมาณเท่ากับพลังงานที่ร่างกายต้องการขณะพัก และเพิ่มเป็น 1.3-1.5 เท่าและ 2 เท่าของพลังงานที่ร่างกายต้องการขณะพักเมื่อเข้าสู่ระยะอาการคงที่และระยะฟื้นตัวตามลำดับ (D1, +) การให้พลังงานในระยะอาการคงที่และระยะฟื้นตัวมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดการฟื้นฟูกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อให้กลับคืนสู่สภาพเดิม รวมทั้งเพื่อให้พลังงานในการเจริญเติบโตด้วย⁽⁸⁾

การกำหนดพลังงานในผู้ป่วยวิกฤตแนะนำให้ใช้การวัดด้วยวิธี indirect calorimetry^(1, 3, 8, 10, 11) (B4, +) เนื่องจากมีความถูกต้อง แม่นยำมากที่สุด ลดความเสี่ยงจากการให้พลังงานที่น้อยหรือมากเกินไปความต้องการของร่างกาย⁽¹⁰⁾ แต่หากไม่สามารถใช้วิธีดังกล่าว สามารถคำนวณโดยใช้สมการของ Schofield ทดแทนได้^(1, 8) (D1, +)

ระยะเวลาที่เหมาะสมในการเริ่มให้สารอาหารทางหลอดเลือดดำในผู้ป่วยวิกฤตยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด อย่างไรก็ตาม การศึกษาวิจัย PEPaNIC⁽¹²⁾ เปรียบเทียบระหว่างการเริ่มให้อาหารทางหลอดเลือดดำภายใน 24 ชั่วโมงแรกที่ได้รับเข้าหอผู้ป่วยวิกฤต (กลุ่มได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำเร็ว) กับเริ่มให้ในวันที่ 8 หลังเข้ารับการรักษา (กลุ่มได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำช้า) พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำช้า มีระยะเวลาการใช้เครื่องช่วยหายใจสั้นกว่า สัดส่วนของผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาบำบัดทดแทนไตน้อยกว่า ระยะเวลาการรักษาในหอผู้ป่วยวิกฤตสั้นกว่า แต่พบอัตราการเกิดภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำมากกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำเร็ว โดยผู้ป่วยส่วนใหญ่มีภาวะโภชนาการสมส่วน ซึ่งอาจไม่มีความจำเป็นต้องได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำและอาจส่งผลให้ได้รับพลังงานเกินความต้องการ⁽¹⁾ ดังนั้น อาจพิจารณาให้อาหารทางหลอดเลือดดำช้าในผู้ป่วยวิกฤตบางราย (A2, +/-) แต่ในกรณีที่ผู้ป่วยมีภาวะทุพโภชนาการ หรือมีความเสี่ยงต่อภาวะดังกล่าว ควรพิจารณาให้อาหารทางหลอดเลือดดำตั้งแต่สัปดาห์แรก หากผู้ป่วยเหล่านี้ไม่สามารถรับการให้อาหารเข้าทางเดินอาหารได้ (D1, +)

เอกสารอ้างอิง

1. Joosten K, Embleton N, Yan W, Senterre T, the ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN working group on pediatric parenteral nutrition. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Energy. Clin Nutr. 2018;37:2309-14.
2. American Academy of Pediatrics Committee on Nutrition. Parenteral nutrition. In: Kleinman RE, Greer FR, eds. Pediatric Nutrition. 7th ed. Elk Grove Village, IL: American Academy of Pediatrics; 2014. p. 571-90.

3. Hartman C, Riskin A, Shamir R. Parenteral nutrition. In: Duggan CP, Watkins JB, Koletzko B, Walker WA, eds. Nutrition in Pediatrics: Basic Science, Clinical Applications. 5th ed. Shelton: People's Medical Publishing House-USA; 2016. p. 1035-90.
4. Duro D, Rising R, Cole C, Valois S, Cedillo M, Lifshitz F. New equations for calculating the components of energy expenditure in infants. J Pediatr. 2002;140:534-9.
5. Thomson MA, Bucolo S, Quirk P, Shepherd RW. Measured versus predicted resting energy expenditure in infants: a need for reappraisal. J Pediatr. 1995;126:21-7. .
6. Sentongo TA, Tershakovec AM, Mascarenhas MR, Watson MH, Stallings VA. Resting energy expenditure and prediction equations in young children with failure to thrive. J Pediatr. 2000;136:345-50.
7. Schofield WN. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. Hum Nutr Clin Nutr. 1985;39 Suppl 1:5-41.
8. Gómez IJA, González CB, Palacio PAM, Santis ETM, Bayona JDT, Hernández JPC, et al. Nutritional support of the critically ill pediatric patient: foundations and controversies. Clin Med Insights Trauma Intensive Med. 2017;8:1-7.
9. Neonatal parenteral nutrition. NICE guideline. National Institute for Health and Care Excellence [Internet]. 2020 [cited Oct 24th, 2020]. Available from: <https://www.nice.org.uk/guidance/ng154/resources/neonatal-parenteral-nutrition-pdf-66141840283333>.

10. Briassoulis G, Venkataraman S, Thompson AE. Energy expenditure in critically ill children. Crit Care Med. 2000;28:1166-72.
11. Framson CM, LeLeiko NS, Dallal GE, Roubenoff R, Snelling LK, Dwyer JT. Energy expenditure in critically ill children. Pediatr Crit Care Med. 2007;8:264-7.
12. Fizez T, Kerklaan D, Mesotten D, Verbruggen S, Wouters PJ, Vanhorebeek I, et al. Early versus late parenteral nutrition in critically ill children. N Engl J Med. 2016;374:1111-22.

ร่างเพื่อปรึกษาหารือ

บทที่ 2 กรดอะมิโน

(Amino acids)

พัชราภา ทวีกุล

กรดอะมิโนที่ร่างกายได้รับจะถูกนำไปสร้างเป็นโปรตีน ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของเซลล์และเอ็นไซม์ต่าง ๆ โดยกรดอะมิโนเหล่านี้ แบ่งตามความต้องการของร่างกายได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1. กรดอะมิโนจำเป็น (essential หรือ indispensable amino acids) ได้แก่ ฮีสทิดีน ไอโซลูซีน ลูซีน ไลซีน เมไทโอนีน เชนิอะลานีน ทรีโอนีน ทรีปโตเฟน และวาเลีน
2. กรดอะมิโนไม่จำเป็น (non-essential หรือ dispensable amino acids) คือ กรดอะมิโนที่ร่างกายสามารถสร้างเองได้จากกรดอะมิโนหรือสารตั้งต้นอื่นๆ เช่น อะลานีน กรดแอสปาร์ติก แอสปาราจีน กรดกลูตามิก และซีรีน เป็นต้น
3. กรดอะมิโนที่จำเป็นในบางภาวะ (conditionally essential หรือ semi-essential amino acids) คือ กรดอะมิโนที่ร่างกายสามารถสร้างเองได้ แต่อาจสร้างได้ไม่เพียงพอในบางภาวะ ได้แก่ อาร์จินีน ซิสเตอีน ทอรีน ไทโรซีน กลูตามีน ไกลซีน และโพรลีน

สารละลายกรดอะมิโนทางหลอดเลือดที่มีในปัจจุบันมีปริมาณของกรดอะมิโนจำเป็นครบถ้วนและเพียงพอ การให้สารละลายกรดอะมิโนเพื่อให้ร่างกายนำกรดอะมิโนไปใช้ในการสร้างโปรตีนและเนื้อเยื่อ โดยไม่ถูกสลายไปเป็นพลังงาน ควรให้พลังงานจากแหล่งอื่น (non-protein calorie; NPC) ได้แก่ ไขมันและคาร์โบไฮเดรตที่เพียงพอ กรณีเจ็บป่วยทั่วไปควรได้รับพลังงานจากแหล่งอื่นอย่างน้อย 30-40 กิโลแคลอรีต่อ 1 กรัมของกรดอะมิโนที่ได้รับ^(1,2) อย่างไรก็ตาม อัตราส่วนดังกล่าวอาจเปลี่ยนแปลงตามโรคหรือภาวะต่าง ๆ ของผู้ป่วย เช่น ในภาวะเจ็บป่วยวิกฤต จะมีการสลายโปรตีนในร่างกายสูงขึ้น ควรให้พลังงานจากแหล่งอื่น 12-16 กิโลแคลอรีต่อ

1 กรัมของกรดอะมิโน^(2,3) หรือกรณีเป็นผู้ป่วยที่ควรจำกัดโปรตีน เช่น โรคไต และโรคพันธุกรรมเมตาบอลิก อัตราส่วนดังกล่าวอาจมากกว่า 40 กิโลแคลอรีต่อ 1 กรัมของกรดอะมิโน **(B1,+)**

ปริมาณความต้องการกรดอะมิโน

ความต้องการกรดอะมิโนที่ให้ทางหลอดเลือดในทารกและเด็ก มีปริมาณต่ำกว่าความต้องการที่ได้รับจากทางเดินอาหาร เนื่องจากกรดอะมิโนร้อยละ 20-50 ที่รับประทานเข้าไปจะถูกใช้ไปในลำไส้ซึ่งมีอัตราการใช้แตกต่างกันตามชนิดของกรดอะมิโน และอายุของเด็ก^(4,5) นอกจากนี้กรดอะมิโนบางชนิดอาจถูกเปลี่ยนเป็นกรดอะมิโนตัวอื่น ๆ ที่ลำไส้หรือตับ (first pass metabolism) ดังนั้นการให้กรดอะมิโนเหล่านี้ทางหลอดเลือดดำจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ทำให้มีความต้องการของกรดอะมิโนปลายทางนั้น ๆ เพิ่มขึ้น

ทารกเกิดก่อนกำหนด ควรเริ่มให้สารละลายกรดอะมิโนให้เร็วที่สุดภายในวันแรกหลังเกิด เพื่อป้องกันการสูญเสียของไนโตรเจน และลดการสลายโปรตีนในร่างกาย ซึ่งส่งผลถึงการเจริญเติบโตในวัยทารก และพัฒนาการในวัยเด็กได้⁽⁶⁾ โดยเริ่มให้อย่างน้อยวันละ 1.5 กรัม/น้ำหนักตัว 1 กก. และเพิ่มขึ้นในวันที่ 2 เป็นต้นไป เท่ากับ 2.5-3.5 กรัม/น้ำหนักตัว 1 กก./วัน ร่วมกับการให้พลังงานจากส่วนที่ไม่ใช่โปรตีนมากกว่า 65 กิโลแคลอรี/น้ำหนักตัว 1 กก./วัน รวมถึงวิตามินและเกลือแร่^(1, 7, 8) **(A1,++)** การเพิ่มปริมาณของกรดอะมิโนเกินกว่า 3.5 กรัม/น้ำหนักตัว 1 กก./วันในทารกเกิดก่อนกำหนด ยังไม่สามารถสรุปผลดีทั้งในระยะสั้นและระยะยาวได้ จึงอาจพิจารณาให้เฉพาะรายเท่านั้น^(1, 9) **(A2,+/-)**

ทารกเกิดครบกำหนด ควรได้รับกรดอะมิโนอย่างน้อย 1.5 กรัม/น้ำหนักตัว 1 กก./วัน แต่ไม่เกิน 3 กรัม/น้ำหนักตัว 1 กก./วัน^(1, 10, 11) **(A2,++)** สำหรับทารกและเด็กเล็กอายุ 1 เดือน - 3 ปี ควรได้รับกรดอะมิโนอย่างน้อย 1 กรัม/น้ำหนักตัว 1 กก./วัน เพื่อป้องกันการสูญเสียของไนโตรเจน^(1, 12, 13) **(A2,++)** ปริมาณความต้องการกรดอะมิโนในทารกและเด็กที่มีได้อยู่ในภาวะวิกฤต แสดงในตารางที่ 7.1

ในปัจจุบันยังไม่มีข้อเสนอแนะปริมาณความต้องการกรดอะมิโนที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยเด็กวิกฤต แต่พบว่า ปริมาณโปรตีนน้อยที่สุดที่ร่างกายต้องการ เพื่อลดการสูญเสียดุลของไนโตรเจน เท่ากับ 1.5 กรัม/น้ำหนักตัว 1 กก./วัน^(14, 15) (A1,++) อย่างไรก็ตาม ความต้องการกรดอะมิโนในทารกและเด็กเล็กที่อยู่ในภาวะวิกฤต มักมีค่า สูงกว่านี้ และสูงกว่าคำแนะนำของการให้โปรตีนตามวัยมาก เนื่องจากมีภาวะการสลายโปรตีนมากกว่าภาวะปกติ เช่น ทารกและเด็กเล็กที่มีปัญหาการหายใจล้มเหลว ต้องการ 2.5-3 กรัม/น้ำหนักตัว 1 กก./วัน ปัจจุบันยังไม่มี ข้อมูลด้านความปลอดภัย สำหรับการให้ในปริมาณมากกว่า 3 กรัม/น้ำหนักตัว 1 กก./วัน เนื่องจากอาจทำให้เกิด ภาวะยูเรียในเลือดสูงได้⁽¹⁵⁾ (D1,+/-)

อย่างไรก็ตาม การศึกษาในผู้ป่วยทารกครบกำหนดและเด็กที่มีภาวะวิกฤต พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารทาง หลอดเลือดดำหลังจากวันที่ 7 เป็นต้นไป มีอัตราการติดเชื้อ ภาวะไตวาย และระยะเวลาในการใช้เครื่องช่วยหายใจ ต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดตั้งแต่วันแรก⁽¹⁶⁾ ในกรณีผู้ป่วยทารกครบกำหนดและเด็กที่มีภาวะวิกฤต จึงอาจพิจารณาเริ่มการให้อาหารทางหลอดเลือด ซึ่งรวมถึงสารละลายกรดอะมิโนหลังการเจ็บป่วยวิกฤต 1 สัปดาห์^(1, 17) โดยพิจารณาเป็นรายๆ ไป (A2, +/-) แต่ในกรณีที่ผู้ป่วยมีภาวะทุพโภชนาการหรือมีความเสี่ยงต่อ ภาวะดังกล่าว ควรพิจารณาให้อาหารทางหลอดเลือดภายในสัปดาห์แรกหากมีข้อบ่งชี้⁽¹⁵⁾ (D1,+)

ชนิดของสารละลายกรดอะมิโน

สารละลายกรดอะมิโนที่ใช้ในประเทศไทยมีหลากหลายสูตร โดยมีความแตกต่างกันในแง่ความเข้มข้นของ กรดอะมิโน ปริมาณของกรดอะมิโนแต่ละชนิด ความเป็นกรดต่าง และปริมาณแร่ธาตุ โดยทั่วไปสารละลาย กรดอะมิโนมีกรดอะมิโนอยู่ร้อยละ 8 ถึง 15 ของน้ำหนักต่อปริมาตร การเลือกใช้สารละลายกรดอะมิโน ควรเลือก ให้เหมาะสมกับอายุและภาวะของผู้ป่วย เช่น ทารกแรกเกิดก่อนกำหนด ผู้ป่วยโรคตับ หรือโรคไต เป็นต้น

สารละลายกรดอะมิโนสำหรับทารกและเด็ก มีสัดส่วนของกรดอะมิโนที่จะส่งเสริมให้ทารกและเด็กที่ได้รับ มีปริมาณกรดอะมิโนในพลาสมาคล้ายคลึงกับทารกและเด็กที่ได้รับนมแม่ที่มีการเจริญเติบโตปกติ¹ ทารกแรกเกิด ก่อนกำหนดมีความต้องการกรดอะมิโนที่นอกเหนือจากกรดอะมิโนจำเป็น ได้แก่ ซิสเตอีน ไทโรซีน ทอรีน และอาร์จินีน สารละลายกรดอะมิโนที่เหมาะสมสำหรับทารกโดยเฉพาะทารกเกิดก่อนกำหนด จึงควรมีกรดอะมิโน ดังกล่าว (A2,+)² ปัจจุบันสารละลายกรดอะมิโนสำหรับทารกและเด็กที่มีจำหน่ายในประเทศไทย ให้กรดอะมิโน ดังกล่าวครบทุกตัว แต่ให้ปริมาณซิสเตอีนไม่เพียงพอต่อความต้องการของทารกเกิดก่อนกำหนด เด็กอายุมากกว่า 2 ปี สามารถให้สารละลายกรดอะมิโนชนิดที่ใช้ในผู้ใหญ่บางชนิดได้ ข้อมูลสารละลายกรดอะมิโนที่ใช้ในประเทศไทยสามารถอ่านเพิ่มเติมได้จากภาคผนวก สารอาหารทางหลอดเลือดดำที่มีจำหน่ายในประเทศไทย

ความต้องการกรดอะมิโนที่จำเป็นในบางภาวะ

ซิสเตอีน

ซิสเตอีนเป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นในทารกแรกเกิด โดยเฉพาะทารกเกิดก่อนกำหนด เนื่องจากมีภาวะพร่อง เอนไซม์ cystathionase ซึ่งเป็นเอนไซม์ในตับที่ใช้ในการสังเคราะห์ซิสเตอีนจากเมไทโอนีน ทารกเกิดก่อนกำหนด ควรได้รับซิสเตอีนวันละ 50-75 มก.ต่อน้ำหนักตัว 1 กก.⁽¹⁸⁻²⁰⁾ (A2,+)² อย่างไรก็ตาม สารละลายกรดอะมิโนที่ใช้ในประเทศไทย มีปริมาณซิสเตอีนไม่เพียงพอต่อความต้องการดังกล่าว

ไทโรซีน

ทารกแรกเกิด โดยเฉพาะทารกเกิดก่อนกำหนด อาจมีปัญหาในกระบวนการเปลี่ยนเฟนิลอะลานินเป็น ไทโรซีน ทำให้มีระดับไทโรซีนในเลือดต่ำ อย่างไรก็ตาม กระบวนการสลายไทโรซีนในทารกยังไม่ดีนัก จึงไม่ควรให้ ไทโรซีนมากเกินไปเกินความต้องการในแต่ละวัน ทารกเกิดก่อนกำหนดควรได้รับไทโรซีนอย่างน้อยวันละ 18 มก.ต่อน้ำหนักตัว 1 กก.^(1, 20) (B2,+)² และทารกเกิดครบกำหนด ควรได้รับ 74-94 มก.ต่อน้ำหนักตัว 1 กก.⁽²¹⁾ (A2,+)²

ทอรีน

ทารกเกิดก่อนกำหนดมีภาวะพร่องเอนไซม์ cysteine sulfinic decarboxylase ในตับ ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ใช้ในการสังเคราะห์ทอรีนจากซิสเตอีน ทารกและเด็กที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำ ควรได้รับทอรีนในแต่ละวันเท่ากับปริมาณที่มีในน้ำนมแม่คือ 22 ไมโครโมล หรือ 2.8 มก.ต่อกรดอะมิโน 1 กรัม^(22, 23) (D1,+)

อาร์จินีน

ทารกเกิดก่อนกำหนดที่ได้รับอาร์จินีนในสารละลายอาหารทางหลอดเลือดดำ มีอัตราการเกิดภาวะลำไส้เน่า necrotizing enterocolitis ต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับอาร์จินีนโดยไม่เกิดผลข้างเคียง⁽²⁴⁾ แต่ในปัจจุบันยังไม่มีข้อกำหนดของปริมาณที่ควรได้รับในแต่ละวัน (A2,+)

กลูตามีน

กลูตามีนเป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นในภาวะเจ็บป่วยรุนแรง กลูตามีนไม่มีอยู่ในสารละลายกรดอะมิโนทั่วไป แต่มีสารละลายกลูตามีนในรูปแบบไดเปปไทด์ การให้กลูตามีนในผู้ใหญ่ที่มีภาวะวิกฤต ช่วยเพิ่มความแข็งแรงของผนังลำไส้ ลดอัตราการตายและภาวะพิษเหตุติดเชื้อ⁽²⁵⁾ อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันยังไม่มีข้อแนะนำในการให้กลูตามีนในทารกและเด็กจนถึงอายุ 2 ปี เนื่องจากยังไม่พบผลดีของการให้กลูตามีน ในทารกเกิดก่อนกำหนดหรือเด็ก^(26, 27) (A1,-)

ตารางที่ 2.1 ความต้องการกรดอะมิโนของทารกและเด็กที่มีได้อยู่ในภาวะวิกฤต

อายุ	ปริมาณความต้องการกรดอะมิโน (กรัมต่ออนน.ตัว1กก.ต่อวัน)
ทารกเกิดก่อนกำหนด	
วันแรก	1.5 – 2.5
วันที่ 2 เป็นต้นไป	2.5 - 3.5
ทารกเกิดครบกำหนด	1.5 - 3.0
1 เดือน - 3 ปี	1.0 – 2.5
3-18 ปี	1.0 – 2.0

ดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิงหมายเลข 1

เอกสารอ้างอิง

1. van Goudoever JB, Carnielli V, Darmaun D, Sainz de Pipaon M. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Amino acids. Clin Nutr. 2018;37:2315-23.
2. Teruyoshi A, Mari H., Moeko K., Seiji H. Non-Protein Calorie: Nitrogen Ratio (NPC/N) as an Indicator of Nitrogen Balance in Clinical Settings. Biomed J Sci Tech Res 2018;6:5013-18.
3. McClave S.A., Martindale R.G., Vanek V.W., McCarthy M., Roberts P., Taylor B., Ochoa J.B., Napolitano L., Cresci G. Board of Directors; American College of Critical Care Medicine; Society of Critical Care Medicine. Guidelines for the Provision and Assessment of Nutrition Support Therapy in the Adult Critically Ill Patient: Society of Critical Care Medicine (SCCM) and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.) JPEN J Parenter Enteral Nutr. 2009;33:277-316.
4. Kien CL, Horswill CA, Zipf WB, McCoy KS, Denne SC. Splanchnic uptake of leucine in healthy children and in children with cystic fibrosis. Pediatr Res. 1999;45:680-3.
5. Darmaun D, Roig JC, Auestad N, Sager BK, Neu J. Glutamine metabolism in very low birth weight infants. Pediatr Res. 1997;41:391-6.
6. Poindexter BB, Langer JC, Dusick AM, Ehrenkranz RA, National Institute of Child H, Human Development Neonatal Research N. Early provision of parenteral amino acids in extremely low birth weight infants: relation to growth and neurodevelopmental outcome. J Pediatr. 2006;148:300-5.

7. Burattini I, Bellagamba MP, Spagnoli C, D'Ascenzo R, Mazzoni N, Peretti A, et al. Targeting 2.5 versus 4 g/kg/day of amino acids for extremely low birth weight infants: a randomized clinical trial. *J Pediatr.* 2013;163:1278-82 e1.
8. Clark RH, Chace DH, Spitzer AR, Pediatrix Amino Acid Study G. Effects of two different doses of amino acid supplementation on growth and blood amino acid levels in premature neonates admitted to the neonatal intensive care unit: a randomized, controlled trial. *Pediatrics.* 2007;120:1286-96.
9. Roelants JA, Vlaardingerbroek H, van den Akker CHP, de Jonge RCJ, van Goudoever JB, Vermeulen MJ. Two-Year Follow-up of a Randomized Controlled Nutrition Intervention Trial in Very Low-Birth-Weight Infants. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2018;42:122-31.
10. Reynolds RM, Bass KD, Thureen PJ. Achieving positive protein balance in the immediate postoperative period in neonates undergoing abdominal surgery. *J Pediatr.* 2008;152:63-7.
11. Zlotkin SH. Intravenous nitrogen intake requirements in full-term newborns undergoing surgery. *Pediatrics.* 1984;73:493-6.
12. Heird WC, Dell RB, Helms RA, Greene HL, Ament ME, Karna P, et al. Amino acid mixture designed to maintain normal plasma amino acid patterns in infants and children requiring parenteral nutrition. *Pediatrics.* 1987;80:401-8.
13. Chaloupecky V, Hucin B, Tlaskal T, Kostelka M, Kucera V, Janousek J, et al. Nitrogen balance, 3-methylhistidine excretion, and plasma amino acid profile in infants after cardiac

- operations for congenital heart defects: the effect of early nutritional support. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1997;114:1053-60.
14. Bechard LJ, Parrott JS, Mehta NM. Systematic review of the influence of energy and protein intake on protein balance in critically ill children. *J Pediatr.* 2012;161:333-9.
 15. Mehta NM, Skillman HE, Irving SY, Coss-Bu JA, Vermilyea S, Farrington EA, McKeever L, Hall AM, Goday PS, Braunschweig C. Guidelines for the Provision and Assessment of Nutrition Support Therapy in the Pediatric Critically Ill Patient: Society of Critical Care Medicine and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2017;41:706-42.
 16. Fizez T, Kerklaan D, Mesotten D, Verbruggen S, Wouters PJ, Vanhorebeek I, et al. Early versus Late Parenteral Nutrition in Critically Ill Children. *New Eng J Med.* 2016;374:1111-22.
 17. Vanhorebeek I, Verbruggen S, Casaer MP, Gunst J, Wouters PJ, Hanot J, et al. Effect of early supplemental parenteral nutrition in the paediatric ICU: a preplanned observational study of post-randomisation treatments in the PEPaNIC trial. *Lancet Respir Med.* 2017;5:475-83.
 18. Soghier LM, Brion LP. Cysteine, cystine or N-acetylcysteine supplementation in parenterally fed neonates. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2006:CD004869.
 19. Malloy MH, Rassin DK, Richardson CJ. Total parenteral nutrition in sick preterm infants: effects of cysteine supplementation with nitrogen intakes of 240 and 400 mg/kg/day. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 1984;3:239-44.

20. Van Goudoever JB, Sulkers EJ, Timmerman M, Huijmans JG, Langer K, Carnielli VP, et al. Amino acid solutions for premature neonates during the first week of life: the role of N-acetyl-L-cysteine and N-acetyl-L-tyrosine. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 1994;18:404-8.
21. Roberts SA, Ball RO, Moore AM, Filler RM, Pencharz PB. The effect of graded intake of glycyl-L-tyrosine on phenylalanine and tyrosine metabolism in parenterally fed neonates with an estimation of tyrosine requirement. *Pediatr Res.* 2001;49:111-9.
22. Verner A, Craig S, McGuire W. Effect of taurine supplementation on growth and development in preterm or low birth weight infants. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2007:CD006072.
23. Koletzko B, Goulet O, Hunt J, Krohn K, Shamir R, Parenteral Nutrition Guidelines Working G, et al. Guidelines on Paediatric Parenteral Nutrition of the European Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (ESPGHAN) and the European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), Supported by the European Society of Paediatric Research (ESPR). *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2005;41 Suppl 2:S1-87.
24. Mitchell K, Lyttle A, Amin H, Shaheen H, Robertson HL, Lodha AK. Arginine supplementation in prevention of necrotizing enterocolitis in the premature infant: an updated systematic review. *BMC Pediatr.* 2014;14:226.
25. Wischmeyer PE, Dhaliwal R, McCall M, Ziegler TR, Heyland DK. Parenteral glutamine supplementation in critical illness: a systematic review. *Crit Care.* 2014;18:R76.

26. Wagner JV, Moe-Byrne T, Grover Z, McGuire W. Glutamine supplementation for young infants with severe gastrointestinal disease. Cochrane Database Syst. Rev. 2012;7:CD005947.
27. Brown JV, Moe-Byrne T, McGuire W. Glutamine supplementation for young infants with severe gastrointestinal disease. Cochrane Database Syst. Rev. 2014:CD005947.

ร่างเพื่อประชาสัมพันธ์

บทที่ 3 ลิพิดอิมัลชันที่ให้ทางหลอดเลือดดำ

(Intravenous lipid emulsions)

นฤมล เด่นทรัพย์สุนทร

Intravenous lipid emulsions (ILEs) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของอาหารทางหลอดเลือดดำ (parenteral nutrition, PN) ILEs เป็นสารแขวนลอยที่ประกอบด้วย lipid droplets ซึ่งเป็นไตรกลีเซอไรด์ละลายในน้ำ โดยมีฟอสโฟลิพิดที่ทำจากไข่ทำหน้าที่เป็น emulsifier ทำให้ lipid droplets ละลายตัวในน้ำได้ จึงเรียกว่า oil-in-water emulsion ประโยชน์ของ ILEs ประกอบด้วย เป็นแหล่งพลังงานและกรดไขมันจำเป็น ช่วยขนส่งวิตามินที่ละลายในไขมัน เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ ช่วยปรับและควบคุมภาวะการอักเสบ oxidative stress และการตอบสนองทางภูมิคุ้มกัน และทำให้ร่างกายเกิดภาวะสมดุลของไนโตรเจนและแอแนบอลิซึม

การเลือกชนิดของ ILEs ทางคลินิก

หลักการเลือก ILEs ควรพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

1. **ความเข้มข้น** ควรเลือกใช้ชนิดความเข้มข้น 20% มากกว่าชนิด 10% เนื่องจากใช้ปริมาตรน้อยกว่าและมีผลดีต่อระดับไขมันในเลือด ทั้งระดับไตรกลีเซอไรด์ในพลาสมา รวมถึงคอเลสเตอรอลและฟอสโฟลิพิดใน low-density lipoproteins มีค่าต่ำกว่า ซึ่งเกิดจากชนิด 20% มีอัตราส่วนของฟอสโฟลิพิดต่อไตรกลีเซอไรด์ต่ำกว่าชนิด 10% (0.06 เปรียบเทียบกับ 0.12)^(1, 2) (A2, ++)
2. **แหล่งของไขมันที่นำมาผลิต** ซึ่งประกอบด้วยประเภทและปริมาณของกรดไขมันแตกต่างกัน จึงทำให้มีคุณสมบัติแตกต่างกัน กล่าวคือ
 - 2.1. Soybean oil (SO) เป็นแหล่งไขมันที่นำมาผลิตเป็น ILEs ในระยะแรก SO ประกอบด้วยกรดลิโนเลอิก (linoleic acid, C18:2n-6) ซึ่งเป็นกรดไขมันจำเป็น ในปริมาณร้อยละ 53 กรดลิโนเลอิกเป็นกรดไขมันไม่

อิมิตัวที่มีพันธะคู่สองตำแหน่ง แต่มีข้อเสีย คือ มี phytosterols ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงในการเกิด cholestasis และกรดลิโนเลอิกถูกเปลี่ยนเป็น pro-inflammatory mediators ในกระบวนการเมแทบอลิซึม

2.2. Medium-chain triglycerides (MCT) oil ประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวสายกลาง ได้แก่ caprylic acid (C8:0) และ capric acid (C10:0) มีข้อดี คือ ปราศจาก pro-inflammatory mediators, กรดไขมันสายกลางถูกลำเลียงจากไซโทพลาซึมเข้าสู่ไมโทคอนเดรียได้โดยไม่ต้องอาศัย carnitine, MCT oil-based ILEs มีอัตราของ plasma clearance เร็วกว่ากว่า SO-based ILEs⁽³⁾

2.3. Olive oil (OO) ประกอบด้วยกรดโอเลอิก (oleic acid, C18:1n-9) ร้อยละ 71 ซึ่งเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่หนึ่งตำแหน่ง มีข้อดี คือ ปราศจาก pro-inflammatory mediators ถึงแม้กรดโอเลอิกไม่ใช่กรดไขมันจำเป็นแต่การที่มีพันธะคู่หนึ่งตำแหน่งทำให้มีโอกาสเกิด lipoperoxides จาก reactive oxygen species (ROS) น้อยกว่ากรดลิโนเลอิกซึ่งมีพันธะคู่สองตำแหน่ง แต่มีข้อเสีย คือ ยังมี phytosterols

2.4. Fish oil (FO) ประกอบด้วยกรดไอโคซาเพนตาอีนอิก (eicosapentaenoic acid, C20:5n-3) และกรดโดโคซาเฮกซาอีนอิก (docosahexaenoic acid, C22:6n-3) ซึ่งเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่ 5 และ 6 ตำแหน่ง มีข้อดี คือ ไม่มี phytosterols และจะถูกเปลี่ยนเป็น anti-inflammatory mediators มีข้อด้อย คือ การมีพันธะคู่จำนวนมากทำให้มีโอกาสเกิด lipoperoxides มากขึ้นจาก ROS แต่ใน FO-containing ILEs มีการเติมวิตามินอีในปริมาณมากเพื่อทำหน้าที่เป็นสารต้านออกซิเดชัน เพื่อลดทอนข้อด้อยดังกล่าว

การใช้แหล่งไขมันอื่นเพื่อทดแทน SO ในการผลิต ILEs เพื่อปรับลดอัตราส่วนของ n-6:n-3 polyunsaturated fatty acids (มีค่าเท่ากับ 7:1) ซึ่งจะช่วยลดการเกิด pro-inflammatory mediators และลดปริมาณ phytosterols, ILEs ที่มีส่วนประกอบเป็นแหล่งไขมันมากกว่า 1 แหล่ง เรียกว่า composite ILEs การให้ SO-based ILE อย่างเดียวอาจทำให้มีความเสี่ยงที่จะได้รับกรดไขมันที่ไม่สมดุล ดังนั้นการให้ ILEs เป็นระยะเวลานาน อาจเลือกให้ composite ILEs ที่มีหรือไม่มี FO (A1, +)

ปริมาณของ ILEs

ปริมาณของ ILEs ที่แนะนำสำหรับผู้ที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำ คือ ร้อยละ 25-50 ของพลังงานส่วนที่ไม่ใช่โปรตีน (non-protein calorie) เนื่องจากการศึกษาพบว่าทารกแรกเกิดและทารกสามารถออกซิไดส์กรดไขมันได้มากที่สุดในปริมาณของ ILEs ที่คิดเป็นร้อยละ 40⁽⁴⁾ (A2, ++) และ 50⁽⁵⁾ (B2, ++) ของพลังงานส่วนที่ไม่ใช่โปรตีน ตามลำดับ

ปริมาณน้อยที่สุดของกรดลิโนเลอิกที่ควรได้รับเพื่อป้องกันการขาดกรดไขมันจำเป็นมีค่าเท่ากับ 0.25 กรัม/กก./วัน สำหรับทารกเกิดก่อนกำหนด และ 0.1 กรัม/กก./วัน สำหรับทารกเกิดครบกำหนดและเด็กโต ดังนั้นปริมาณน้อยที่สุดของ ILEs ที่ทำให้ได้รับปริมาณกรดลิโนเลอิกดังกล่าวจึงขึ้นกับชนิดของ ILEs (ตารางที่ 3.1)

ตารางที่ 3.1 ปริมาณกรดไขมันใน ILEs และปริมาณน้อยที่สุดของ ILEs ที่ป้องกันการขาดกรดไขมันจำเป็น^(6, 7)

ผลิตภัณฑ์ ILEs	แหล่งที่มาของไขมัน	ปริมาณกรดไขมัน (%ของกรดไขมันทั้งหมด)	ปริมาณน้อยที่สุดของ ILEs ที่ทำให้ได้รับปริมาณกรดไขมันเพื่อป้องกันการขาดกรดไขมันจำเป็น (กรัม/กก./วัน)	
			ทารกเกิดก่อนกำหนด	ทารกเกิดครบกำหนดและเด็กโต
Intralipid	Soybean oil 100%	53	0.5	0.2
Lipofundin MCT/LCT	Soybean oil 50% MCT 50%	24-29	0.9-1.0	0.3-0.4
ClinOleic	Soybean oil 20% Olive oil 80%	17.7	1.4	0.6
SMOFlipid	Soybean oil 30% MCT oil 30% Olive oil 25% Fish oil 15%	18.7	1.3	0.5
Lipidem	Soybean oil 40% MCT oil 50% Fish oil 10%	19.2-23.2	1.1-1.3	0.4-0.5

แหล่งข้อมูล: ปริมาณกรดไขมันในผลิตภัณฑ์ ILEs มาจากบริษัทผู้ผลิต

ปริมาณของ ILEs ที่ได้รับไม่ควรเกินปริมาณมากที่สุดที่แนะนำต่อวัน เพื่อให้เหมาะสมต่อการเมแทบอลิซึมของไตรกลีเซอไรด์และกรดไขมัน และอัตราเร็วของการบริหารไม่ควรเกินกว่าค่ามากที่สุด (ตารางที่ 3.2) เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิด fat overload syndrome

ตารางที่ 3.2 ปริมาณและอัตราเร็วมากที่สุดของ ILEs ที่แนะนำตามวัยของผู้รับ⁽⁸⁻¹²⁾

วัยของผู้รับ	ปริมาณมากที่สุดของ ILEs (กรัม/กก./วัน)	อัตราเร็วมากที่สุดในการให้ ILEs (กรัม/กก./ชั่วโมง)
ทารกเกิดก่อนกำหนด	3-4 ⁿ	0.17
ทารกเกิดครบกำหนด และทารก	3-4	0.17
เด็กอายุมากกว่า 1 ปี	2-3	0.13

ⁿการให้ ILEs ปริมาณ 4 กรัม/กก./วัน แก่ทารกเกิดก่อนกำหนด อาจพิจารณาในกรณีผู้ป่วยโรคเรื้อรังที่ต้องการ

พลังงานปริมาณสูง

ดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิงหมายเลข 8-12

วิธีการบริหาร ILEs

การป้องกันแสง (Photoprotection)

กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่หลายตำแหน่งใน ILEs มีโอกาสเกิดกระบวนการ peroxidation เมื่อโดนแสง กลายเป็น lipoperoxides ซึ่ง lipoperoxides และ ROS ส่งผลทำลาย pigment epithelial cells ของจอตา⁽¹³⁾ และ outer segments ของ photoreceptors⁽¹⁴⁾ นอกจากนี้แสงจากแหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติ (ambient light) สามารถทำให้เกิด lipid peroxidation^(15, 16) การศึกษารูปแบบการวิเคราะห์แปรฐานพบว่าการป้องกัน ILEs จากแสงมีความสัมพันธ์กับการลดอัตราตายในทารกเกิดก่อนกำหนด⁽¹⁶⁾ ดังนั้นการให้ ILEs แก่ทารกเกิดก่อนกำหนดจึง ควรป้องกัน ทั้งถุงบรรจุและ infusion set จากแสง (A1, +)

ระยะเวลาในการให้ ILEs

ทารกเกิดครบกำหนดและทารกเกิดก่อนกำหนดควรได้รับ ILEs อย่างต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง (continuous regimen) เนื่องจากกำหนดการบริหารยาแบบบางช่วงเวลา (cyclic schedule) มีแนวโน้มเสี่ยงในการเพิ่มอัตราการติดเชื้อถึงแม้จะไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ⁽¹⁷⁾ (B3, +) และอุบัติการณ์ของการเกิด cholestasis ไม่มีความแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับการบริหารอย่างต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง^(17, 18) (A2, +) เด็กที่อยู่ในภาวะ metabolically stressed ควรได้รับ ILEs ในปริมาณน้อยและได้รับอย่างต่อเนื่องภายในระยะเวลา 12-24 ชั่วโมง และควรหลีกเลี่ยงการให้ ILEs ในปริมาณมากแบบบางช่วงเวลาแก่เด็กกลุ่มดังกล่าว เนื่องจากอาจทำให้เกิดภาวะ fat overload syndrome

ผู้ป่วยอาการคงที่ที่ต้องได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำเป็นระยะเวลานานในโรงพยาบาลหรือที่บ้าน (home PN) อาจได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำเฉพาะบางช่วงเวลา (cyclic PN schedule) ซึ่งควรให้ ILEs ในระยะเวลาเดียวกับส่วนประกอบอื่นของอาหารทางหลอดเลือดดำ (D1, ++)

Heparin

การให้ heparin ทางหลอดเลือดดำสามารถกระตุ้นการหลั่ง lipoprotein lipase (LPL) ออกมาในกระแสเลือด⁽¹⁹⁾ จึงมีส่วนช่วยในกระบวนการ hydrolysis ของไตรกลีเซอไรด์ใน ILEs ส่งผลทำให้เพิ่มปริมาณกรดไขมันอิสระ การได้รับ heparin 1 หน่วย/มล. มีผลในการป้องกันภาวะไตรกลีเซอไรด์สูงในเลือดเมื่อเปรียบเทียบกับขนาด 0.5 หน่วย/มล. หรือไม่ได้รับ⁽²⁰⁾ แต่อย่างไรก็ตาม heparin ไม่มีผลต่อการนำกรดไขมันอิสระไปใช้ในเซลล์ นอกจากนี้การใส่ heparin ในปริมาณมากกว่าปกติเข้าไปใน all-in-one admixtures ทำให้เกิดความไม่คงตัวของ ILEs คือ เกิดการเพิ่มความหนืด การตกตะกอน และนำไปสู่การแยกตัวของไตรกลีเซอไรด์ออกจากน้ำใน ILEs เนื่องจากประจุลบของ heparin จะเหนี่ยวนำกับประจุบวกของแคลเซียมที่ผิวของ lipid droplets ในสารละลาย

all-in-one admixtures⁽²¹⁾ รวมทั้งพบการรวมกลุ่มของ lipid globules ที่บริเวณ Y-site ซึ่งเป็นจุดที่มีการพบกันของ lipid phase (บรรจุ lipid emulsion และ heparin) และ aqueous phase (บรรจุ calcium chloride)⁽²²⁾ ดังนั้นการผสม heparin ใน ILEs จึงไม่ควรกระทำเป็นกิจวัตรโดยปราศจากข้อบ่งชี้ (C2, -)

การติดตามการให้ ILEs

1. **ระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือด** ควรตรวจหลังจากเริ่มได้รับ ILEs 1-2 วัน หลังจากมีการปรับเพิ่มปริมาณของ ILEs ทุก 0.5-1 กรัม/กก. และตรวจทุกสัปดาห์เมื่อได้รับ ILEs ในปริมาณมากที่สุด ถ้าค่าไตรกลีเซอไรด์เกิน 265 มก./ดล. ในทารก⁽²³⁾ หรือเกิน 400 มก./ดล. ในเด็กโต ควรพิจารณาลดปริมาณ ILEs (D1, +)
2. **Liver function test** แนะนำตรวจ 2 สัปดาห์หลังเริ่มได้รับ ILEs และตรวจหลังจากนั้นทุก 1 สัปดาห์ หรือห่างมากขึ้นจนถึงทุก 1 เดือน

เอกสารอ้างอิง

1. Haumont D, Richelle M, Deckelbaum RJ, Coussaert E, Carpentier YA. Effect of liposomal content of lipid emulsions on plasma lipid concentrations in low birth weight infants receiving parenteral nutrition. J Pediatr. 1992;121(5 Pt 1):759-63.
2. Haumont D, Deckelbaum RJ, Richelle M, Dahlan W, Coussaert E, Bihain BE, et al. Plasma lipid and plasma lipoprotein concentrations in low birth weight infants given parenteral nutrition with twenty or ten percent lipid emulsion. J Pediatr. 1989;115(5 Pt 1):787-93.

3. Hamilton JA, Vural JM, Carpentier YA, Deckelbaum RJ. Incorporation of medium chain triacylglycerols into phospholipid bilayers: effect of long chain triacylglycerols, cholesterol, and cholesteryl esters. *J Lipid Res.* 1996;37(4):773-82.
4. Salas-Salvado J, Molina J, Figueras J, Masso J, Marti-Henneberg C, Jimenez R. Effect of the quality of infused energy on substrate utilization in the newborn receiving total parenteral nutrition. *Pediatr Res.* 1993;33(2):112-7.
5. Bresson JL, Bader B, Rocchiccioli F, Mariotti A, Ricour C, Sachs C, et al. Protein-metabolism kinetics and energy-substrate utilization in infants fed parenteral solutions with different glucose-fat ratios. *Am J Clin Nutr.* 1991;54(2):370-6.
6. Hartman C, Riskin A, Shamir R. Parenteral nutrition. In: Duggan C, Watkins JB, Koletzko B, Walker WA, editors. *Nutrition in Pediatrics: Basic Science and Clinical Applications.* 5th ed. Shelton: People's Medical Publishing House; 2016. p. 2389-526.
7. Vlaardingerbroek H, van Goudover JB. Intravenous lipids in preterm infants: impact on laboratory and clinical outcomes and long-term consequences. In: Calder PC, Intravenous lipid emulsions, editors. *World Review of Nutrition and Dietetics.* Basel, Karger, 2015, vol 112, p71-80. .
8. Brans YW, Andrew DS, Carrillo DW, Dutton EP, Menchaca EM, Puleo-Schepke BA. Tolerance of fat emulsions in very-low-birth-weight neonates. *Am J Dis Child.* 1988;142(2):145-52.
9. Hilliard JL, Shannon DL, Hunter MA, Brans YW. Plasma lipid levels in preterm neonates receiving parenteral fat emulsions. *Arch Dis Child.* 1983;58(1):29-33.

10. Kao LC, Cheng MH, Warburton D. Triglycerides, free fatty acids, free fatty acids/albumin molar ratio, and cholesterol levels in serum of neonates receiving long-term lipid infusions: controlled trial of continuous and intermittent regimens. *J Pediatr*. 1984;104(3):429-35.
11. Pierro A, Langevin AM, Filler RM, Liu P, Phillips MJ, Greenberg ML. Preoperative chemotherapy in 'unresectable' hepatoblastoma. *J Pediatr Surg*. 1989;24(1):24-8; discussion 9.
12. Krohn K, Koletzko B. Parenteral lipid emulsions in paediatrics. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2006;9(3):319-23.
13. Nakanishi-Ueda T, Majima HJ, Watanabe K, Ueda T, Indo HP, Suenaga S, et al. Blue LED light exposure develops intracellular reactive oxygen species, lipid peroxidation, and subsequent cellular injuries in cultured bovine retinal pigment epithelial cells. *Free Radic Res*. 2013;47(10):774-80.
14. Roehlecke C, Schumann U, Ader M, Brunssen C, Bramke S, Morawietz H, et al. Stress reaction in outer segments of photoreceptors after blue light irradiation. *PLoS One*. 2013;8(9):e71570.
15. Bassiouny MR, Almarsafawy H, Abdel-Hady H, Nasef N, Hammad TA, Aly H. A randomized controlled trial on parenteral nutrition, oxidative stress, and chronic lung diseases in preterm infants. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2009;48(3):363-9.

16. Jalabert A, Grand A, Steghens JP, Barbotte E, Pigue C, Picaud JC. Lipid peroxidation in all-in-one admixtures for preterm neonates: impact of amount of lipid, type of lipid emulsion and delivery condition. *Acta Paediatr.* 2011;100(9):1200-5.
17. Jensen AR, Goldin AB, Koopmeiners JS, Stevens J, Waldhausen JH, Kim SS. The association of cyclic parenteral nutrition and decreased incidence of cholestatic liver disease in patients with gastroschisis. *J Pediatr Surg.* 2009;44(1):183-9.
18. Salvador A, Janeczko M, Porat R, Sekhon R, Moewes A, Schutzman D. Randomized controlled trial of early parenteral nutrition cycling to prevent cholestasis in very low birth weight infants. *J Pediatr.* 2012;161(2):229-33 e1.
19. Wang H, Eckel RH. Lipoprotein lipase: from gene to obesity. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2009;297(2):E271-88.
20. Lim MS, Choi CW, Kim BI, Yang HR. Clinical factors affecting lipid metabolism and optimal dose of heparin in preterm infants on parenteral nutrition. *Pediatr Gastroenterol Hepatol Nutr.* 2013;16(2):116-22.
21. Silvers KM DB, Winterbourn CC. Pharmacologic Levels of Heparin Do Not Destabilize Neonatal Parenteral Nutrition. *J Parenter Enteral Nutr.* 1998;22:311-4.
22. Barnett MI, Cosslett AG, Minton A. The interaction of heparin, calcium and lipid emulsion in simulated Y-site delivery of total parenteral nutrition (TPN) admixtures. *Clin Nutr.* 1996;15:49.

23. Vlaardingerbroek H, Vermeulen MJ, Rook D, van den Akker CH, Dorst K, Wattimena JL, et al. Safety and efficacy of early parenteral lipid and high-dose amino acid administration to very low birth weight infants. J Pediatr. 2013;163(3):638-44 e1-5.

ร่างเพื่อประชาสัมพันธ์

บทที่ 4 คาร์โบไฮเดรต

(Carbohydrate)

ชนิกานต์ วิสูตรานุกูล

คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงานหลักของการให้อาหารทางหลอดเลือดดำ โดยคาร์โบไฮเดรตที่ให้อยู่ในรูปของน้ำตาลเดกซ์โทรส ปริมาณการให้คาร์โบไฮเดรตในผู้ป่วยควรพิจารณาจากปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้⁽¹⁾

1. ความต้องการพลังงานในผู้ป่วย ซึ่งต้องพิจารณาถึงความเสี่ยงของการได้รับน้ำตาลมากเกินไปร่วมด้วย
2. ระยะของการเจ็บป่วย (ระยะเจ็บป่วยเฉียบพลัน ระยะอาการคงที่ และระยะฟื้นตัว)
3. ปริมาณสารอาหารหลักที่ได้รับทั้งทางหลอดเลือดดำและเข้าทางเดินอาหาร
4. การได้รับน้ำตาลจากแหล่งอื่นนอกเหนือจากอาหารทางหลอดเลือดดำและทางเดินอาหาร

การส่งให้อาหารทางหลอดเลือดดำควรพิจารณาปริมาณเดกซ์โทรสที่ให้เหมาะสม (**B1, ++**) โดยหลีกเลี่ยงการให้ปริมาณน้ำตาลแก่ผู้ป่วยมากเกินไปเพราะจะทำให้เกิดภาวะน้ำตาลในเลือดสูงได้ ทำให้มีการสร้างไขมันและเกิดการสะสมของเนื้อเยื่อไขมัน^(2,3) รวมทั้งทำให้มีการสร้าง very low density lipoprotein (VLDL) จากตับเพิ่มมากขึ้น⁽⁴⁾ นอกจากนี้อาจทำให้ร่างกายมีการสร้างแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น และส่งผลให้ผู้ป่วยมีปริมาตรการหายใจต่อนาที (minute ventilation) เพิ่มขึ้นเพื่อขับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากร่างกาย⁽⁵⁾

การให้น้ำตาลในอาหารหลอดเลือดดำนั้น ไม่ควรให้เกินกว่าอัตราสูงสุดที่ร่างกายสามารถนำกลูโคสไปใช้สร้างพลังงานในปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ (rate of glucose oxidation) โดยจะเปลี่ยนแปลงตามอายุและภาวะการเจ็บป่วย ซึ่งทารกเกิดก่อนกำหนดที่มีน้ำหนักตัวเหมาะสมกับอายุครรภ์ (appropriate for gestational age) มีอัตราการนำกลูโคสไปใช้ 6-8 มก./กก./นาที (8.6-11.5 กรัม/กก./วัน)⁽⁶⁾ ส่วนในทารกเกิดครบกำหนด คือ 12 มก./กก./นาที (17.2 กรัม/กก./วัน)⁽⁷⁾ แนวปฏิบัติของ ESPGHAN/ESPEN/ESPR ในปีพ.ศ. 2561 ได้แนะนำอัตราการให้

น้ำตาลกลูโคสทางหลอดเลือดแก่ทารกเกิดก่อนกำหนดและทารกเกิดครบกำหนดในวันแรกและวันที่ 2 เป็นต้นไป
 ดังแสดงในตารางที่ 4.1 (B3, +) สำหรับทารกที่อายุน้อยกว่า 28 วันและมีภาวะเจ็บป่วยเฉียบพลัน ปริมาณกลูโคส
 ทางหลอดเลือดที่ควรได้รับ ขึ้นอยู่กับระดับน้ำตาลในเลือด (D1, +)

ตารางที่ 4.1 อัตราการให้กลูโคสทางหลอดเลือดแก่ทารกเกิดก่อนกำหนด และทารกเกิดครบกำหนดตามแนว
 ปฏิบัติของ ESPGHAN/ESPEN/ESPR

	อัตราการให้กลูโคสในวันแรก		อัตราการให้กลูโคสในวันที่ 2 เป็นต้นไป โดยเพิ่มซ้ำ ๆ ทุก 2-3 วัน	
	(มก./กก./นาที)	(กรัม/กก./วัน)	(มก./กก./นาที)	(กรัม/กก./วัน)
ทารกเกิดก่อน กำหนด	4-8	5.8-11.5	เป้าหมาย 8-10 ขั้นต่ำ 4 สูงสุด 12	เป้าหมาย 11.5-14.4 ขั้นต่ำ 5.8 สูงสุด 17.3
ทารกเกิดครบ กำหนด	2.5-5	3.6-7.2	เป้าหมาย 5-10 ขั้นต่ำ 2.5 สูงสุด 12	เป้าหมาย 7.2-14.4 ขั้นต่ำ 3.6 สูงสุด 17.3

ดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิงหมายเลข 1

ในผู้ป่วยเด็กที่อยู่ในภาวะวิกฤตอาจมีภาวะน้ำตาลสูงได้บ่อยกว่าผู้ป่วยเด็กทั่วไป⁽⁸⁾ แนวปฏิบัติของ
 ESPGHAN/ESPEN/ESPR ในปีพ.ศ. 2561 ได้แนะนำอัตราการให้กลูโคสทางหลอดเลือดในเด็กตามน้ำหนักตัว และ
 ระยะการเจ็บป่วย ดังแสดงในตารางที่ 4.2 (A1, ++)

ตารางที่ 4.2 อัตราการให้กลูโคสทางหลอดเลือดตามน้ำหนักตัวและระยะการเจ็บป่วยเป็น ตามแนวปฏิบัติของ

ESPGHAN/ESPEN/ESPR

	อัตราการให้กลูโคส ในระยะเจ็บป่วยเฉียบพลัน		อัตราการให้กลูโคส ในระยะอาการคงที่		อัตราการให้กลูโคส ในระยะฟื้นตัว	
	(มก./กก./นาที)	(กรัม/กก./วัน)	(มก./กก./นาที)	(กรัม/กก./วัน)	(มก./กก./นาที)	(กรัม/กก./วัน)
28 วัน-10 กก.	2-4	2.9-5.8	4-6	5.8-8.6	6-10	8.6-14
11-30 กก.	1.5-2.5	2.2-3.6	2-4	2.8-5.8	3-6	4.3-8.6
31-45 กก.	1-1.5	1.4-2.2	1.5-3	2.2-4.3	3-4	4.3-5.8
>45 กก.	0.5-1	0.7-1.4	1-2	1.4-2.9	2-3	2.9-4.3

ดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิงหมายเลข 1

หลังจากให้สารอาหารทางหลอดเลือดดำควรติดตามระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเป็นระยะ โดยควรควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดไม่ให้สูงเกินกว่า 145 มก./ดล. ในผู้ป่วยวิกฤตทั้งทารก (B3, ++) และเด็ก (A1, ++) เนื่องจากพบว่าเกิดภาวะแทรกซ้อนและอัตราตายสูงขึ้นในผู้ป่วยทั้งสองกลุ่มที่มีระดับน้ำตาลในเลือดสูง⁽⁹⁻¹²⁾ ผู้ป่วยทารกและผู้ป่วยเด็กที่อยู่ในภาวะวิกฤตควรได้รับอินซูลินทางหลอดเลือดเมื่อยังคงมีระดับน้ำตาลในเลือดสูงเกินกว่า 180 มก./ดล. อย่างต่อเนื่องโดยที่ได้ทำการปรับอัตราการให้กลูโคสทางหลอดเลือดอย่างเหมาะสมแล้ว (A1, +)

เอกสารอ้างอิง

1. Mesotten D, Joosten K, van Kempen A, Verbruggen S; ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN working group on pediatric parenteral nutrition. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Carbohydrates. Clin Nutr. 2018;37:2337-43.
2. Robin AP, Carpentier YA, Askanazi J, Nordenstrom J, Kinney JM. Metabolic consequences of hypercaloric glucose infusions. Acta Chir Belg. 1981;80:133e40.
3. Koretz RL, Lipman TO, Klein S, American Gastroenterological A. AGA technical review on parenteral nutrition. Gastroenterology. 2001;121:970e1001.
4. Aarsland A, Chinkes D, Wolfe RR. Contributions of de novo synthesis of fatty acids to total VLDL-triglyceride secretion during prolonged hyperglycemia/hyperinsulinemia in normal man. J Clin Invest. 1996;98:2008e17.
5. Talpers SS, Romberger DJ, Bunce SB, Pingleton SK. Nutritionally associated increased carbon dioxide production. Excess total calories vs high proportion of carbohydrate calories. Chest. 1992;102:551e5.
6. Forsyth JS, Crighton A. Low birthweight infants and total parenteral nutrition immediately after birth. I. Energy expenditure and respiratory quotient of ventilated and non-ventilated infants. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 1995;73:F4-7.
7. Jones MO, Pierro A, Hammond P, Nunn A, Lloyd DA. Glucose utilization in the newborn infant receiving total parenteral nutrition. J Pediatr Surg. 1993;28:1121-5.
8. Verbruggen SC, Coss-Bu J, Wu M, Schierbeek H, Joosten KF, Dhar A, et al. Current

recommended parenteral protein intakes do not support protein synthesis in critically ill septic, insulin-resistant adolescents with tight glucose control. Crit Care Med.

2011;39:2518-25.

9. Auerbach A, Eventov-Friedman S, Arad I, Peleg O, Bdolah-Abram T, Bar-Oz B, et al. Long duration of hyperglycemia in the first 96 hours of life is associated with severe intraventricular hemorrhage in preterm infants. J Pediatr. 2013;163:388-93.
10. Ramel SE, Long JD, Gray H, Durrwachter-Erno K, Demerath EW, Rao R. Neonatal hyperglycemia and diminished long-term growth in very low birth weight preterm infants. J Perinatol. 2013;33:882e6.
11. Nayak PP, Davies P, Narendran P, Laker S, Gao F, Gough SC, et al. Early change in blood glucose concentration is an indicator of mortality in critically ill children. Intensive Care Med. 2013;39:123e8.
12. Ognibene KL, Vawdrey DK, Biagas KV. The association of age, illness severity, and glycemic status in a pediatric intensive care unit. Pediatr Crit Care Med. 2011;12:e386e90.

บทที่ 5 สารน้ำและเกลือแร่

(Fluid and electrolytes)

ชนนิกันต์ วิสูตรานุกูล

น้ำเป็นส่วนประกอบหลักในร่างกาย มีความสำคัญในการขนส่งสารอาหารและเมแทบอไลต์ต่าง ๆ ส่วนเกลือแร่หลักที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของน้ำในร่างกาย ได้แก่ โซเดียมและคลอไรด์ ซึ่งเป็นเกลือแร่หลักของน้ำนอกเซลล์ และโพแทสเซียม ซึ่งเป็นเกลือแร่ที่มีประจุบวกที่อยู่ในเซลล์เป็นหลัก

ทารกแรกเกิด

ทารกแรกเกิดจะมีกระบวนการปรับตัวซึ่งมีผลต่อเมแทบอลิซึมของน้ำและเกลือแร่ในร่างกาย โดยแบ่งช่วงเวลาการปรับตัวเป็น 3 ช่วง ดังนี้⁽¹⁾

ระยะที่ 1 ระยะแปรเปลี่ยน (transition)

ในทารกเกิดครบกำหนด น้ำหนักหลังเกิดจะลดลงในช่วง 2-5 วันแรก และไม่ควรลดลงเกินร้อยละ 10 ของน้ำหนักแรกเกิด มีข้อแนะนำในการให้สารน้ำเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ในทารกเกิดก่อนกำหนดและเกิดครบกำหนด (B3, ++) ส่วนเกลือแร่ (โซเดียม คลอไรด์และโพแทสเซียม) ควรเริ่มให้ในผู้ป่วยในระยะที่ 1 (C1, ++) สำหรับปริมาณการให้คลอไรด์ควรต่ำกว่าปริมาณผลรวมของปริมาณการให้โซเดียมและโพแทสเซียม (โซเดียม+โพแทสเซียม-คลอไรด์ = 1-2 มิลลิโมล/กก./วัน) (C1, ++)

ในทารกที่มีน้ำหนักแรกเกิดน้อยกว่า 1,000 กรัม และ 1,500 กรัม อาจจะให้โซเดียมและโพแทสเซียมตั้งแต่วันแรกหลังทารกเกิดเมื่อมีการให้โปรตีนปริมาณสูงและมีการให้พลังงาน โดยควรมีปริมาณปัสสาวะตามปกติ เพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดโพแทสเซียมสูงในเลือด (B3, +/-)

ข้อเสนอแนะการให้สารน้ำและเกลือแร่ในช่วงแรกของทารกแรกเกิดในระยะที่ 1 แสดงดังตารางที่ 5.1

ระยะที่ 2 ระยะกลาง (intermediate phase)

หลังจากทารกผ่านช่วงที่มีน้ำหนักลดลงในช่วงแรก น้ำหนักควรมีการกลับขึ้นมาสู่น้ำหนักเริ่มต้นภายใน 7-10 วันหลังเกิด โดยเป้าหมายของการให้สารน้ำและเกลือแร่ในระยะนี้เพื่อทดแทนเกลือแร่ที่มีการสูญเสียไป และรักษาสสมดุลของสารน้ำและเกลือแร่ให้เหมาะสมในระหว่างที่ทารกกำลังปรับน้ำหนักเพิ่มขึ้นเท่ากับน้ำหนักแรกเกิด ข้อเสนอแนะการให้สารน้ำและเกลือแร่สำหรับทารกในระยะกลาง แสดงดังตารางที่ 5.2

ระยะที่ 3 ระยะการเจริญเติบโตคงที่ (stable growth)

ควรมีการรักษาสมดุลของสารน้ำและเกลือแร่ในระหว่างที่ทารกมีการเจริญเติบโต โดยเป้าหมายของการให้สารน้ำและเกลือแร่ในระยะนี้ เพื่อทดแทนการสูญเสียน้ำและเกลือแร่ และให้ในปริมาณที่เพียงพอต่ออัตราการเจริญเติบโต ข้อเสนอแนะการให้สารน้ำและเกลือแร่สำหรับทารกในระยะการเจริญเติบโตแสดงดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.1 ข้อเสนอแนะการให้สารน้ำและเกลือแร่ในช่วงแรกของทารกแรกเกิด (ระยะที่ 1) ตามแนวปฏิบัติของ ESPGHAN/ESPEN/ESPR

สารน้ำและเกลือแร่	ทารก	อายุหลังเกิด (วัน)				
		1	2	3	4	5
ปริมาณสารน้ำ (มล./กก./วัน)	ทารกเกิดครบกำหนด	40-60	50-70	60-80	60-100	100-140
	ทารกเกิดก่อนกำหนด นน. > 1,500 กรัม	60-80	80-100	100-120	120-140	140-160
	ทารกเกิดก่อนกำหนด นน. 1,000-1,500 กรัม	70-90	90-110	110-130	130-150	160-180
	ทารกเกิดก่อนกำหนด นน. < 1,000 กรัม	80-100	100-120	120-140	140-160	160-180
โซเดียม (มิลลิโมล/กก./วัน) ^a	ทารกเกิดครบกำหนด	0-2	0-2	0-2	1-3	1-3
	ทารกเกิดก่อนกำหนด นน. > 1,500 กรัม	0-2 (3)	0-2 (3)	0-3	2-5	2-5
	ทารกเกิดก่อนกำหนด นน. < 1,500 กรัม	0-2 (3)	0-2 (3)	0-5 (7)	2-5 (7)	2-5 (7)
โพแทสเซียม (มิลลิโมล/กก./วัน)	ทารกเกิดครบกำหนดและเกิดก่อนกำหนด	0-3	0-3	0-3	2-3	2-3
คลอไรด์ (มิลลิโมล/กก./วัน)	ทารกเกิดครบกำหนดและเกิดก่อนกำหนด	0-3	0-3	0-3	2-5	2-5

ดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิงหมายเลข 2

^a = พิจารณาการปรับปริมาณเกลือแร่ที่ให้ในทารกเกิดก่อนกำหนดเมื่อทารกเริ่มมีปัสสาวะแล้ว ในกรณีที่ทารกมีการสูญเสียโซเดียมในปัสสาวะปริมาณมาก อาจพิจารณาให้โซเดียมมากกว่า 5 มิลลิโมล/กก./วัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทารกเกิดก่อนกำหนด นน. < 1,500 กรัม เมื่อสิ้นสุดระยะที่ 1

ตารางที่ 5.2 ข้อเสนอแนะการให้สารน้ำและเกลือแร่สำหรับทารกในระยะกลาง (ระยะที่ 2) และทารกในระยะการเจริญเติบโต (ระยะที่ 3) ตามแนวปฏิบัติของ

ESPGHAN/ESPEN/ESPR

	ระยะการปรับตัว	สารน้ำ (มล./กก./วัน)	โซเดียม ^ก (มิลลิโมล/กก./วัน)	โพแทสเซียม (มิลลิโมล/กก./วัน)	คลอไรด์ (มิลลิโมล/กก./วัน)
ทารกเกิดครบกำหนด	ระยะที่ 2	140-170	2-3	1-3	2-3
	ระยะที่ 3	140-160	2-3	1.5-3	2-3
ทารกเกิดก่อนกำหนด นน. > 1,500 กรัม	ระยะที่ 2	140-160	2-5	1-3	2-5
	ระยะที่ 3	140-160	3-5	1-3	3-5
ทารกเกิดก่อนกำหนด นน. < 1,500 กรัม	ระยะที่ 2	140-160	2-5 (7)	1-3	2-5
	ระยะที่ 3	140-160	3-5 (7)	2-5	3-5

ดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิงหมายเลข 2

^ก = พิจารณาการปรับเพิ่มปริมาณโซเดียมที่ให้ในทารกแรกเกิดเพื่อเป็นการทดแทนโซเดียมที่สูญเสียไปในระยะกลาง

ทารกอายุมากกว่า 1 เดือนขึ้นไปและเด็ก

ใช้สูตร Holliday-Segar เพื่อคำนวณการให้สารน้ำตามความต้องการตามน้ำหนักตัว^(3,4) โดยน้ำหนัก 10 กก.แรก ให้สารน้ำ 100 มล./กก./วัน น้ำหนัก 10 กก.ถัดมา ให้สารน้ำเพิ่ม 50 มล./กก./วัน และน้ำหนักที่มากกว่า 20 กก.ถัดมา ให้สารน้ำเพิ่ม 25 มล./กก./วัน และปรับตามอาการทางคลินิกของผู้ป่วย (D1, ++) โดยภาวะที่ทำให้มีความต้องการสารน้ำเพิ่มขึ้น เช่น ไข้ หายใจเร็ว ภาวะที่มีเมแทบอลิซึมสูง และมีการสูญเสียน้ำจากทางเดินอาหาร ความต้องการสารน้ำอาจลดลงกรณีมีภาวะไตวาย และหัวใจล้มเหลว สำหรับความต้องการเกลือแร่ ทั้งโซเดียมและโพแทสเซียมเท่ากับ 1-3 มิลลิโมล/พลังงานที่ได้รับ 100 กิโลแคลอรี/วัน (D1, ++)

การติดตามการให้สารน้ำและเกลือแร่

การติดตามประเมินความสมดุลของน้ำและเกลือแร่ในร่างกายผู้ป่วยเด็กเป็นระยะโดยเฉพาะในทารกเกิดก่อนกำหนดมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากทารกเกิดก่อนกำหนดมีความเสี่ยงต่อการได้รับสารน้ำและเกลือแร่ในปริมาณที่มากเกินไปหรือน้อยเกินไป และการเปลี่ยนแปลงของสารน้ำและเกลือแร่ยังขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมเป็นอย่างมาก⁽¹⁾ โดยควรมีการติดตามระดับเกลือแร่ในเลือดเป็นระยะ ตารางสรุปการติดตามทางห้องปฏิบัติการต่าง ๆ สามารถอ่านเพิ่มเติมได้ที่บทที่ 10 ตารางที่ 10.1

เอกสารอ้างอิง

1. Fusch C, Jochum F. Water, sodium, potassium, and chloride. In: Tsang RC, Lucas A, Uauy R, Zlotkin S, editors. Nutritional needs of the preterm infant. Baltimore: Williams and Wilkins: 2004.
2. Jochum F, Moltu SJ, Senterre T, Nomayo A, Goulet O, Iacobelli S. ESPGHAN/ESPEN/ESPR guidelines on pediatric parenteral nutrition: Fluid and electrolytes, Clin Nutr. 2018;37:2344-53.
3. Chesney CR. The maintenance need for water in parenteral fluid therapy, by Malcolm A Holliday and William E Segar. Pediatrics. 1998;102:299-30.
4. Holliday MA, Segar WE. The maintenance need for water in parenteral fluid therapy. Pediatrics. 1957;19:823-32.

ร่างเพื่อประชุม

บทที่ 6 แคลเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม

(Calcium Phosphorus and Magnesium)

อรภา สุธีโรจนตระกูล

แคลเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียมเป็นแร่ธาตุซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของกระดูก ร่างกายต้องการแร่ธาตุเหล่านี้ในปริมาณและสัดส่วนที่พอเหมาะเพื่อให้การสะสมมวลกระดูกและการเจริญเติบโตของร่างกายเป็นไปตามปกติ ปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัสและแมกนีเซียมที่ควรได้รับจากอาหารทางหลอดเลือดดำนั้นถูกกำหนดตามปริมาณที่ร่างกายต้องการเพื่อให้อัตราของ bone mineral accretion และ tissue accretion เป็นปกติตามอายุ

การให้แคลเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียมทางหลอดเลือดดำ⁽¹⁾

1. ทารกและเด็กทุกคนที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำควรได้รับแคลเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียมในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อให้การเจริญเติบโตและ bone mineralization เป็นปกติ **(D1, ++)**
2. ทารกควรได้รับแคลเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียมพร้อมกัน เพื่อเพิ่ม bone mineral accretion **(D1, +)**
3. แคลเซียมที่เป็นส่วนประกอบของอาหารทางหลอดเลือดดำสามารถให้เพื่อป้องกันและรักษาทารกที่มีภาวะแคลเซียมในเลือดต่ำในระยะเริ่มต้นโดยไม่ได้มีอาการ เช่น กล้ามเนื้อกระตุก ชัก **(D1, +)**
4. ไม่ควรใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดแก้วบรรจุสารละลายที่มีความเป็นกรด เช่น แคลเซียมกลูโคเนต ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนจากอะลูมิเนียมที่ละลายออกมาจากบรรจุภัณฑ์ชนิดแก้วซึ่งเกิดจากการกัดกร่อนของกรด⁽²⁾ **(B3, -)**

ปริมาณความต้องการแคลเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียมทางหลอดเลือดดำ

ปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัสและแมกนีเซียมที่ทารกและเด็กเล็กควรได้รับต่อวันจากอาหารทางหลอดเลือดดำ เป็นดังตารางที่ 6.1 (B1, ++)

ตารางที่ 6.1 ปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียมที่ควรได้รับต่อวันจากอาหารทางหลอดเลือดดำ⁽¹⁾

อายุ	แคลเซียม ^ก		ฟอสฟอรัส ^ก		แมกนีเซียม	
	มิลลิโมล/กก./วัน	มก./กก./วัน	มิลลิโมล/กก./วัน	มก./กก./วัน	มิลลิโมล/กก./วัน	มก./กก./วัน
ทารกเกิดก่อนกำหนด (วันแรก)	0.8-2.0	32-80	1.0-2.0	31-62	0.1-0.2 ^ข	2.5-5.0 ^ข
ทารกเกิดก่อนกำหนดที่กำลังเจริญเติบโต	1.6-3.5 ^ก	64-140 ^ก	1.6-3.5 ^ก	50-108 ^ก	0.2-0.3 ^ข	5.0-7.5 ^ข
ทารกครบกำหนดตั้งแต่แรกเกิด- 6 เดือน	0.8-1.5	30-60	0.7-1.3	20-40	0.1-0.2	2.4-5.0
ทารกอายุ 7-12 เดือน	0.5	20	0.5	15	0.15	4
เด็กและวัยรุ่นอายุ 1-18 ปี	0.25-0.4	10-16	0.2-0.7	6-22	0.1	2.4

ดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิงหมายเลข 1

^ก สัดส่วนแคลเซียมต่อฟอสฟอรัสที่เหมาะสมสำหรับทารกแรกเกิดคือ 1.3 : 1 (มิลลิโมล : มิลลิโมล) หรือ 1.7 : 1 (มก. : มก.) เพื่อให้เกิดการสะสมแร่ธาตุของกระดูกเป็นปกติ⁽¹⁾ (D1, ++) อย่างไรก็ตามทารกเกิดก่อนกำหนดมีการสะสมฟอสฟอรัสขณะอยู่ในครรภ์น้อยกว่าทารกทั่วไปและเมื่อแรกเกิดทารกมักได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำที่มีสัดส่วนพลังงานและกรดอะมิโนปริมาณสูง การให้แคลเซียมและฟอสฟอรัสในช่วงระยะแรกควรลดสัดส่วนของแคลเซียมต่อฟอสฟอรัสเป็น 0.8-1 : 1 (มิลลิโมล : มิลลิโมล) หรือ 1-1.3 : 1 (มก. : มก.) เพื่อให้ได้รับฟอสฟอรัสที่เพียงพอสำหรับนำไปใช้สร้างเนื้อเยื่อต่าง ๆ และป้องกันภาวะฟอสฟอรัสต่ำในเลือดจากภาวะ refeeding syndrome^(1, 3-5) (B1, ++)

^๗ ปริมาณแมกนีเซียมที่ให้แก่ทารกเกิดก่อนกำหนดที่มีประวัติมารดาได้รับการรักษาด้วยแมกนีเซียมควรได้รับการปรับตามระดับแมกนีเซียมในเลือดของทารก⁽¹⁾

(B1, ++)

^๘ สำหรับทารกเกิดก่อนกำหนด ปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสที่สามารถปรับเปลี่ยนได้จนกระทั่งเริ่มมีการขับทั้งแคลเซียมและฟอสฟอรัสออกทาง

ปัสสาวะ (1-2 มิลลิโมลต่อลิตร)⁽⁶⁾ ซึ่งบ่งชี้ว่าทารกได้รับปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสเกินความต้องการเล็กน้อย^(1, 6-9) **(B3, +)**

ร่างเพื่อประชาสัมพันธ์

ชนิดของผลิตภัณฑ์แคลเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียมที่ใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารทางหลอดเลือดดำ

ผลิตภัณฑ์แคลเซียมและฟอสฟอรัสมีทั้งในรูปแบบเกลืออนินทรีย์ (inorganic salt) เช่น แคลเซียมคลอไรด์ ไดโพแทสเซียมฟอสเฟต และรูปแบบเกลืออินทรีย์ (organic salt) เช่น แคลเซียมกลูโคเนต, ฟรักโทส 1,6 ไดฟอสเฟต, โซเดียมกลีเซอโรฟอสเฟต (บทที่ 12 ตารางที่ 4) ทั้งนี้แนะนำให้ใช้แคลเซียมหรือฟอสฟอรัสในรูปแบบเกลืออินทรีย์เป็นอันดับแรกเพื่อป้องกันการตกตะกอนของผลึกแคลเซียมฟอสเฟต^(1, 10) **(D2, ++)**

อย่างไรก็ตามกรณีที่ไม่มีแคลเซียมหรือฟอสฟอรัสในรูปแบบเกลืออินทรีย์ สามารถใช้แคลเซียมหรือฟอสฟอรัสในรูปแบบเกลืออนินทรีย์ได้ แต่ต้องระวังการตกตะกอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากให้แคลเซียมและฟอสฟอรัสในปริมาณสูง ให้เดกซ์โทรสและกรดอะมิโนความเข้มข้นต่ำ ให้ไขมันปริมาณสูง สารอาหารทางหลอดเลือดดำมีค่า pH หรือ osmolarity สูง อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมสูง และอัตราการไหลของอาหารทางหลอดเลือดดำเข้าสู่หลอดเลือดดำ⁽¹⁰⁾ โดยตรวจสอบปริมาณมากที่สุดของแคลเซียมและฟอสฟอรัสในรูปแบบเกลืออนินทรีย์ที่สามารถให้ร่วมกันได้โดยไม่ตกตะกอนจากกราฟแสดงการตกตะกอนระหว่างแคลเซียมและฟอสฟอรัสเมื่อให้กรดอะมิโนที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน^(1, 10) และควรผสมตามลำดับการผสมอย่างเคร่งครัด โดยเติมฟอสฟอรัสหลังจากผสมกรดอะมิโนและเดกซ์โทรส ต่อมาจึงเติมส่วนประกอบอื่นของอาหารทางหลอดเลือดดำให้ครบ แล้วจึงเติมแคลเซียม และวิตามินเป็นลำดับสุดท้าย⁽¹¹⁾ **(D1, ++)**

การติดตามระดับแคลเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียมในร่างกาย (บทที่ 10 ตารางที่ 10.1)

1. ทารกเกิดก่อนกำหนดที่มีภาวะโตช้าในครรภ์ควรได้รับการตรวจติดตามระดับฟอสฟอรัสในเลือดอย่างใกล้ชิดในช่วง 24 ชั่วโมงแรกหลังเกิด เพื่อเฝ้าระวังภาวะฟอสฟอรัสต่ำในเลือด^(1, 3-5) **(D1, +)**
2. ทารกและเด็กที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำควรได้รับการตรวจติดตามระดับ ALP แคลเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียมในเลือด **(B3, ++)** และระดับแคลเซียมและฟอสฟอรัสในปัสสาวะอย่างสม่ำเสมอ^(1, 12-14)

(B3, +)

3. ทารกและเด็กที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำระยะยาวมีความเสี่ยงต่อการเกิด metabolic bone disease ดังนั้นจึงควรได้รับการตรวจติดตามระดับแคลเซียม ฟอสฟอรัส และวิตามินดีในเลือด (B3, ++) รวมถึงการตรวจประเมินมวลกระดูกอย่างสม่ำเสมอ^(1, 12-14) (B3, +)

เอกสารอ้างอิง

1. Mihatsch W, Fewtrell M, Goulet O, Molgaard C, Picaud JC, Senterre T. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Calcium, phosphorus and magnesium. Clin Nutr. 2018;37:2360-5.
2. Yokel RA, Unrine JM. Aluminum and Phthalates in Calcium Gluconate: Contribution From Glass and Plastic Packaging. J Pediatr Gastroenterol Nutr. 2017;64:109-14.
3. Bonsante F, Iacobelli S, Latorre G, Rigo J, De Felice C, Robillard PY, et al. Initial amino acid intake influences phosphorus and calcium homeostasis in preterm infants--it is time to change the composition of the early parenteral nutrition. PloS one. 2013;8:e72880-e.
4. Pieltain C, Rigo J. Early mineral metabolism in very-low-birth-weight infants. J Pediatr Gastroenterol Nutr. 2014;58:393.
5. Ross JR, Finch C, Ebeling M, Taylor SN. Refeeding syndrome in very-low-birth-weight intrauterine growth-restricted neonates. J Perinatol. 2013;33:717-20.
6. Pohlandt, F. Prevention of Postnatal Bone Demineralization in Very Low-Birth-Weight Infants by Individually Monitored Supplementation with Calcium and Phosphorus. Pediatr Res. 1994;35:125-29.

7. Mihatsch W, Trotter A, Pohlandt F. Calcium and phosphor intake in preterm infants: sensitivity and specificity of 6-hour urine samples to detect deficiency. *Klin Padiatr.* 2012;224:61-5.
8. Pohlandt F, Mihatsch WA. Reference values for urinary calcium and phosphorus to prevent osteopenia of prematurity. *Pediatr Nephrol.* 2004;19:1192-3.
9. Trotter A, Pohlandt F. Calcium and phosphorus retention in extremely preterm infants supplemented individually. *Acta Paediatr.* 2002;91:680-3.
10. Pertkiewicz M, Cosslett A, Mühlebach S, Dudrick SJ. Basics in clinical nutrition: Stability of parenteral nutrition admixtures. *E Spen Eur E J Clin Nutr Metab.* 2009;4:e117-e9.
11. Kumpf VJ, Mirtallo JM, Peterson C. Parenteral nutrition formulations: preparation and ordering. In: Merritt R, Holcombe B editors. *The A.S.P.E.N nutrition support practice manual.* 2nd ed. MD: American Society of Parenteral and Enteral Nutrition; 2005. p. 97-107.
12. Diamanti A, Bizzarri C, Basso MS, Gambarara M, Cappa M, Daniele A, et al. How does long-term parenteral nutrition impact the bone mineral status of children with intestinal failure? *J Bone Miner Metab.* 2010;28:351-8.
13. Pichler J, Chomtho S, Fewtrell M, Macdonald S, Hill SM. Growth and bone health in pediatric intestinal failure patients receiving long-term parenteral nutrition. *Am J Clin Nutr.* 2013;97:1260-9.
14. Ubesie AC, Heubi JE, Kocoshis SA, Henderson CJ, Mezoff AG, Rao MB, et al. Vitamin D deficiency and low bone mineral density in pediatric and young adult intestinal failure. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2013;57:372-6.

บทที่ 7 เหล็ก และแร่ธาตุปริมาณน้อย

(Iron and Trace elements)

สิรินภา ศิวารมณฺ์

การให้ธาตุเหล็กสำหรับทารกและเด็กที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำ

การให้ธาตุเหล็กทางหลอดเลือดดำอาจเกิดผลข้างเคียง เช่น การแพ้แบบ anaphylaxis หายใจลำบาก หายใจมีเสียงหวีด ความดันเลือดต่ำ ปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียน ปวดข้อ ปวดกล้ามเนื้อ โดยการเกิดอาการข้างเคียงที่รุนแรงมักสัมพันธ์กับการให้ธาตุเหล็กปริมาณสูงทางหลอดเลือดดำ แนวทางการให้ธาตุเหล็กสำหรับทารกและเด็กที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำ เป็นดังนี้

1. เด็กและทารกที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำควรได้รับธาตุเหล็กผ่านทางเดินอาหารเป็นทางเลือกแรก (D1, ++)
2. ไม่แนะนำการให้ธาตุเหล็กทางหลอดเลือดดำแบบเป็นกิจวัตรแก่ผู้ป่วยที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำในระยะเวลาน้อยกว่า 3 สัปดาห์ (D1, -)
3. ผู้ที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำในระยะยาวและไม่สามารถควบคุมภาวะธาตุเหล็กให้เป็นปกติได้จากการได้รับธาตุเหล็กผ่านทางเดินอาหาร ควรได้รับธาตุเหล็กทางหลอดเลือดดำ (D1, ++) ในปริมาณ 200-250 มก./กก./วัน สำหรับทารกเกิดก่อนกำหนด และ 50-100 มก./กก./วัน สำหรับทารกเกิดครบกำหนดและเด็ก โดยปริมาณสูงสุดไม่เกิน 5 มก./วัน (D1, +)
4. การให้ธาตุเหล็กทางหลอดเลือดดำอาจให้เป็นประจำทุกวันโดยเป็นส่วนหนึ่งของอาหารทางหลอดเลือดดำหรือให้แยกต่างหากแบบเป็นครั้งคราว (D1, +)

5. รูปแบบของธาตุเหล็กที่ให้ทางหลอดเลือดดำที่มีการศึกษาในเด็กมากที่สุดคือ iron sucrose ซึ่งไม่ค่อยพบเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์รุนแรง จึงสามารถนำมาให้เป็นครั้งคราวได้ (D2, +) อย่างไรก็ตามเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์รุนแรงเกิดขึ้นเมื่อให้ปริมาณ iron sucrose เกินกว่าปริมาณสูงสุดที่แนะนำ ซึ่งคือ 300 มก.ต่อครั้ง⁽¹⁾

แร่ธาตุปริมาณน้อย (trace elements)

Trace elements มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกาย ทารกและเด็กที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำควรได้รับแร่ธาตุเหล่านี้เพียงพอ อย่างไรก็ตามการให้แร่ธาตุเหล่านี้ทางหลอดเลือดดำมีความเสี่ยงต่อการเกิดพิษจากการได้รับแร่ธาตุเกินขนาดเมื่อเปรียบเทียบกับที่ได้รับผ่านทางเดินอาหาร เนื่องจากไม่ผ่านกลไกควบคุมการดูดซึมในทางเดินอาหาร จึงควรให้แร่ธาตุเหล่านี้อย่างระมัดระวังและมีการติดตามอย่างเหมาะสม

ความต้องการ trace elements

ปริมาณของ trace elements ชนิดต่าง ๆ ที่ทารกและเด็กควรได้รับต่อวันจากอาหารทางหลอดเลือดดำเป็นดังตารางที่ 1^(2,3) (D1, ++ สำหรับสังกะสี ทองแดง ไอโอดีน ซีลีเนียม และ D1, + สำหรับแมงกานีส โมลิบดีนัม โครเมียม)

ตารางที่ 7.1 ความต้องการ trace elements ในอาหารทางหลอดเลือดดำสำหรับทารกและเด็ก^(2,3)

แร่ธาตุ	ทารกเกิดก่อนกำหนด (มคก./กก./วัน)	อายุ 0 – 18 ปี (มคก./กก./วัน)	ขนาดสูงสุดต่อวัน
สังกะสี	400-500	0-3 เดือน : 250 3-12 เดือน : 100 1-18 ปี : 50	5 มก.
ทองแดง	40	20	0.5 มก.
ไอโอดีน	1-10	1	-
ซีลีเนียม	7	2-3	100 มคก.
แมงกานีส	≤1	≤1	50 มคก.
โมลิบดีนัม	1	0.25	5 มคก.
โครเมียม	ไม่มีความจำเป็นต้องให้เพิ่ม*	ไม่มีความจำเป็นต้องให้เพิ่ม*	5 มคก.

*เนื่องจากโครเมียมมีการปนเปื้อนอยู่ในสารละลายอาหารทางหลอดเลือดดำในปริมาณที่เพียงพอกับความต้องการ

การตรวจธาตุเหล็กและแร่ธาตุปริมาณน้อยในร่างกาย (บทที่ 10 ตารางที่ 10.1)

1. เหล็ก

ผู้ที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำเป็นระยะเวลานานเกินกว่า 4 สัปดาห์ขึ้นไป ควรได้รับการติดตามภาวะ

ธาตุเหล็กโดยการตรวจระดับฮีโมโกลบิน และ/หรือ ferritin เป็นระยะ (D1, ++)

2. สังกะสี

ผู้ที่ได้อาหารทางหลอดเลือดดำในระยะยาวควรได้รับการตรวจค่าเอนไซม์ alkaline phosphatase และ/หรือระดับธาตุสังกะสีในเลือด และควรมีการตรวจบ่อยขึ้นในผู้ที่สูญเสียธาตุสังกะสีมากกว่าปกติ เช่น การสูญเสียทาง ileostomy (D2, ++)

3. ทองแดง

ผู้ที่ได้อาหารทางหลอดเลือดดำในระยะยาวควรได้รับการตรวจระดับธาตุทองแดงและ ceruloplasmin ในเลือดเป็นระยะ โดยเฉพาะเมื่อมีภาวะ parenteral nutrition-associated liver disease (PNALD) มีการสูญเสียของเหลวจากทางเดินอาหารในปริมาณมาก หรือมีการสูญเสียจากแผลในโรคแผลไหม้ (D2, +) ผู้ที่มีภาวะ cholestasis มีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะธาตุทองแดงเกิน เนื่องจากธาตุทองแดงถูกขับออกจากร่างกายทางน้ำดี อย่างไรก็ตามภาวะขาดธาตุทองแดงพบได้ในผู้ที่มีภาวะ cholestasis ที่ไม่ได้รับธาตุทองแดงจากอาหารทางหลอดเลือดดำ⁽⁴⁾

4. ไอโอดีน

ผู้ที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำในระยะยาวควรได้รับการตรวจระดับไทรอยด์ฮอร์โมนเป็นระยะเพื่อประเมินภาวะธาตุไอโอดีนในร่างกาย (D1, +) ทั้งนี้ การตรวจระดับธาตุไอโอดีนในปัสสาวะที่เก็บครบ 24 ชั่วโมง มีความไวมากกว่าการตรวจระดับไทรอยด์ฮอร์โมน แต่อาจมีข้อจำกัดทางปฏิบัติในการเก็บส่งตรวจ

5. ซีลีเนียม

ผู้ที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำในระยะยาวและผู้ป่วยที่มีการทำงานของไตบกพร่องควรได้รับการตรวจระดับธาตุซีลีเนียมในเลือดเป็นระยะ (D1, +) การขาดซีลีเนียมในเด็กที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำในระยะยาวที่ปราศจากซีลีเนียม ทำให้เกิดกล้ามเนื้ออ่อนแรง ผิวหนังขาดเม็ดสี และเม็ดเลือดแดงมีขนาดใหญ่

6. แมงกานีส

ผู้ที่ได้อาหารทางหลอดเลือดดำในระยะยาวควรมีการตรวจระดับธาตุแมงกานีสในเลือดเป็นระยะ (D1,

+) สำหรับผู้ป่วยที่มีภาวะ cholestasis ควรหยุดการให้แมงกานีสทางหลอดเลือดดำ และควรตรวจระดับ

แมงกานีสในเลือด (D2, +) การได้รับแมงกานีสเกินขนาดเป็นปัจจัยหนึ่งในพยาธิกำเนิดของภาวะ PNALD และยัง

ส่งผลให้ปริมาณของ catecholamine ในระบบประสาทส่วนกลางลดลง เกิดอาการปวดศีรษะ นอนไม่หลับ วิดก

กั้ววล และ loss of coordination คล้ายโรค Parkinson⁽⁵⁾ โดยพบ high signal intensity ที่บริเวณ basal

ganglia, thalamus, brain stem และ cerebellum จากการตรวจด้วยภาพเอ็มอาร์ไอ⁽⁶⁾

ปริมาณเหล็กและแร่ธาตุปริมาณน้อยในผลิตภัณฑ์ที่ให้ทางหลอดเลือดดำที่มีในประเทศไทย แสดงใน

ภาคผนวก 5.1

เอกสารอ้างอิง

1. Crary SE, Hall K, Buchanan GR. Intravenous iron sucrose for children with iron deficiency failing to respond to oral iron therapy. *Pediatr Blood Cancer*. 2011 Apr;56(4):615-9.
2. Domellöf M, Szitanyi P, Simchowitz V, Franz A, Mimouni F; ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN working group on pediatric parenteral nutrition. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Iron and trace minerals. *Clin Nutr*. 2018 Dec;37(6 Pt B):2354-2359.
3. Task Force for the Revision of Safe Practices for Parenteral Nutrition, Mirtallo J, Canada T, Johnson D, Kumpf V, Petersen C, Sacks G, Seres D, Guenter P. Safe practices for parenteral nutrition. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*. 2004 Nov;28(6):S39-70.

4. Blackmer AB, Bailey E. Management of copper deficiency in cholestatic infants: review of the literature and a case series. *Nutr Clin Pract*. 2013 Feb;28(1):75-86.
5. Peres TV, Schettinger MR, Chen P, Carvalho F, Avila DS, Bowman AB, Aschner M. Manganese-induced neurotoxicity: a review of its behavioral consequences and neuroprotective strategies. *BMC Pharmacol Toxicol*. 2016 Nov 4;17(1):57.
6. Uchino A, Noguchi T, Nomiyama K, Takase Y, Nakazono T, Nojiri J, et al. Manganese accumulation in the brain: MR imaging. *Neuroradiology*. 2007 Sep;49(9):715-20.

ร่างเพื่อปรึกษาแพทย์

บทที่ 8 วิตามิน

(Vitamins)

จรัสพงศ์ เอื้ออริยะพานิชกุล

วิตามินเป็นสารอาหารที่ร่างกายต้องการปริมาณน้อยแต่มีความสำคัญ ทำหน้าที่เป็น co-enzyme หรือ co-factor ช่วยในเมแทบอลิซึมและการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกาย วิตามินแบ่งเป็นวิตามินที่ละลายในไขมัน (fat-soluble vitamin) ได้แก่ วิตามินเอ ดี อี และเค หรือวิตามินที่ละลายในน้ำ (water-soluble vitamin) ได้แก่ วิตามินบีและซี ในช่วง 30 ปีที่ผ่านมาข้อมูลใหม่น้อยมากเกี่ยวกับการให้วิตามินในอาหารทางหลอดเลือดดำแก่ทารกและเด็ก⁽¹⁾

ร่างกายจำเป็นต้องได้รับวิตามินอย่างเพียงพอเพื่อสามารถทำงานได้อย่างปกติ ในภาวะเจ็บป่วยอาจมีการใช้หรือสูญเสียวิตามินมากขึ้น โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่มีภาวะทุพโภชนาการ อาจเสี่ยงต่อการขาดวิตามินหลายชนิด หรือผู้ป่วยอาจสูญเสียวิตามินที่ละลายในน้ำทางปัสสาวะเพิ่มขึ้นจากการได้รับยาขับปัสสาวะ นอกจากนี้วิตามินเอ ซี และอีมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และวิตามินดีมีผลต่อภูมิคุ้มกันของร่างกาย ผู้ป่วยจึงควรได้รับวิตามินทางหลอดเลือดดำอย่างน้อยเท่ากับความต้องการต่อวัน และถึงแม้ว่าในกรณีผู้ป่วยทารกครบกำหนดและเด็กที่มีภาวะเจ็บป่วยวิกฤตที่มีข้อแนะนำให้พิจารณาให้อาหารทางหลอดเลือดดำหลังการเจ็บป่วยวิกฤต 1 สัปดาห์ ในบางราย⁽²⁾ ก็ยังควรพิจารณาให้วิตามินและแร่ธาตุอาหารรองในผู้ป่วยวิกฤตเสมอ ทั้งนี้ไม่มีหลักฐานว่าการให้วิตามินขนาดสูงมากเกินไปมีประโยชน์ทางคลินิกในภาวะวิกฤต สำหรับเด็กโตซึ่งอาการคงที่ อาจได้รับผลิตภัณฑ์อาหารทางหลอดเลือดดำชนิดสำเร็จรูป (ประเภท 3-in-1) ซึ่งไม่ได้เติมวิตามินมาในถุงสำเร็จรูป จึงจำเป็นต้องเติมวิตามินก่อนให้ผู้ป่วยเสมอ

การให้วิตามินทางหลอดเลือดดำ⁽¹⁾

1. ทารกและเด็กที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำ ควรได้รับวิตามินทุกวัน ยกเว้นกรณีได้รับวิตามินรวมที่ไม่มีวิตามินเคผสมอยู่ อาจพิจารณาให้วิตามินเคเป็นรายสัปดาห์ได้ (D1, ++)
2. ควรเติมวิตามินลงในลิพิดอิมัลชัน (intravenous lipid emulsion) ทั้งวิตามินที่ละลายในน้ำ (D1, +) และวิตามินที่ละลายในไขมัน (D2, +) ตามคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ เพื่อเพิ่มความคงตัวของวิตามิน โดยเฉพาะวิตามินเอและอี⁽³⁾
3. ควรป้องกันสารละลายวิตามินจากแสง (D1, +) เพื่อลดการสลายของวิตามินและการเกิดสารอนุมูลอิสระ โดยเฉพาะในทารกแรกเกิดก่อนกำหนด^(4, 5) (A1, ++)

ปริมาณความต้องการวิตามินทางหลอดเลือดดำ^(1, 6)

ปริมาณวิตามินที่ทารกและเด็กควรได้รับต่อวันจากอาหารทางหลอดเลือดดำ เป็นดังตารางที่ 8.1 (D1, +)
ยกเว้นวิตามินอี (B3, ++)

ตารางที่ 8.1 คำแนะนำเกี่ยวกับปริมาณวิตามินที่ควรให้ทางหลอดเลือดดำ

วิตามิน	ทารกแรกเกิดก่อนกำหนด	ทารกแรกเกิดครบกำหนด - 1 ปี	เด็ก 1 - 18 ปี
วิตามินเอ	227-455 มคก./กก./วัน (700-1,500 หน่วยสากล/กก./วัน)	150-300 มคก./กก./วัน (2,300 หน่วยสากล/วัน)	150 มคก./วัน
วิตามินดี	200-1,000 หน่วยสากล/วัน (80-400 หน่วยสากล/กก./วัน)	400 หน่วยสากล/วัน (40-150 หน่วยสากล/กก./วัน)	400-600 หน่วยสากล/ วัน
วิตามินอี ^a	2.8-3.5 มก./กก./วัน (2.8-3.5 หน่วยสากล/กก./วัน)		11 มก./วัน (11 หน่วยสากล/วัน)
วิตามินเค ^b	10 มคก./กก./วัน		200 มคก./วัน
วิตามินบี 1	0.35-0.5 มก./กก./วัน		1.2 มก./วัน
วิตามินบี 2	0.15-0.2 มก./กก./วัน		1.4 มก./วัน
วิตามินบี 6	0.15-0.2 มก./กก./วัน		1 มก./วัน
ไนอะซิน	4-6.8 มก./กก./วัน		17 มก./วัน
วิตามินบี 12	0.3 มคก./กก./วัน		1 มคก./วัน
กรดแพนโททีนิก	2.5 มก./กก./วัน		5 มก./วัน
ไบโอติน	5-8 มคก./กก./วัน		20 มคก./วัน
กรดโฟลิก	56 มคก./กก./วัน		140 มคก./วัน
วิตามินซี	15-25 มก./กก./วัน		80 มก./วัน

ดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิงหมายเลข 1

^ก ปริมาณสูงสุดของวิตามินอีในทารกไม่ควรเกิน 11 มก./วัน ซึ่งปรับเพิ่มจากเดิม คือ 7 มก./วัน เมื่อให้พร้อมกับ
ลิพิดอิมัลชันรุ่นใหม่ที่มีส่วนประกอบนอกเหนือจากน้ำมันถั่วเหลือง

^ข สารละลายวิตามินทางหลอดเลือดดำมักมีปริมาณวิตามินเคสูงกว่าคำแนะนำ แต่ไม่พบรายงานผลข้างเคียงทาง
คลินิก

ชนิดของผลิตภัณฑ์สารละลายวิตามินทางหลอดเลือดดำ

ควรเลือกใช้ผลิตภัณฑ์สารละลายวิตามินทางหลอดเลือดดำสำหรับเด็ก เนื่องจากมีขนาดเหมาะสมกับ
ความต้องการของทารกและเด็กตามช่วงอายุและไม่มีสารกันเสีย⁽¹⁾ (D1, +) รายละเอียดของผลิตภัณฑ์สารละลาย
วิตามินที่มีในประเทศไทย แสดงในภาคผนวก สารอาหารทางหลอดเลือดดำที่มีจำหน่ายในประเทศไทย

การติดตามระดับวิตามินในร่างกาย⁽¹⁾

ควรพิจารณาตรวจติดตามระดับวิตามิน เมื่อให้อาหารทางหลอดเลือดดำในระยะยาว (หลายสัปดาห์) หรือ
มีข้อบ่งชี้ทางคลินิก (D1, +) ตารางสรุปภาพรวมการติดตามทางห้องปฏิบัติการต่าง ๆ สามารถอ่านเพิ่มเติมได้ที่
บทที่ 10 การจัดการการให้อาหารทางหลอดเลือดดำในทารกและเด็กอย่างเป็นระบบ ตารางที่ 10.1

เอกสารอ้างอิง

1. Bronsky J, Campoy C, Braegger C; ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN working group on pediatric
parenteral nutrition. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral
nutrition: Vitamins. Clin Nutr. 2018;37(6):2366-78.

2. Fizez T, Kerklaan D, Mesotten D, et al. Early versus late parenteral nutrition in critically ill children. *N Engl J Med* 2016; 374: 1111-22.
3. Inder TE, Carr AC, Winterbourn CC, Austin NC, Darlow BA. Vitamin A and E status in very low birth weight infants: development of an improved parenteral delivery system. *J Pediatr* 1995;126:128-31.
4. Chessex P, Laborie S, Nasef N, Masse B, Lavoie JC. Shielding parenteral nutrition from light improves survival rate in premature infants. *J Parenter Enteral Nutr.* 2017;41(3):378-83.
5. Bassiouny MR, Almarsafawy H, Abdel-Hady H, Nasef N, Hammad TA, Aly H. A randomized controlled trial on parenteral nutrition, oxidative stress, and chronic lung disease in preterm infants. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2009;48(3):363-9.
6. Vanek VW, Borum P, Buchman A, Fessler TA, Howard L, Jeejeebhoy K, et al. A.S.P.E.N. position paper: recommendations for changes in commercially available parenteral multivitamin and multi-trace element products. *Nutr Clin Pract.* 2012;27(4):440-91.

บทที่ 9 หลอดเลือดดำที่ใช้ในการให้สารอาหาร

(Venous access)

พัชรภา ทวีกุล

การให้อาหารทางหลอดเลือดดำ จำเป็นต้องมีการดูแลเพื่อให้สายสวนหลอดเลือดดำคงอยู่ได้นาน การใส่สายสวนเข้าหลอดเลือดดำส่วนกลาง อาจนำไปสู่ภาวะแทรกซ้อนต่าง ๆ เช่น การติดเชื้อในกระแสเลือด (catheter-related bloodstream infection; CRBSI) และการเกิดหลอดเลือดดำอุดตัน (venous thrombosis) ปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนเหล่านี้ นอกเหนือจากการให้อาหารทางหลอดเลือดดำ ได้แก่ ผู้ป่วยอายุน้อย และการใส่สายสวนเป็นระยะเวลานาน ทั้งนี้ การป้องกันการเกิดภาวะแทรกซ้อนดังกล่าว สามารถทำได้โดยการเลือกชนิด ตำแหน่ง และวิธีการใส่สายสวนที่เหมาะสม รวมถึงการดูแลรักษาความสะอาดตลอดระยะเวลาการใส่สายสวน⁽¹⁾

สายสวนหลอดเลือดดำ

การให้อาหารทางหลอดเลือดดำ แบ่งตามตำแหน่งการให้ ดังนี้

1. การให้ทางหลอดเลือดดำส่วนปลาย (peripheral venous access) เหมาะสำหรับการให้สารละลายที่มีออสโมลาริตีไม่เกิน 900 มิลลิออสโมล/ลิตร และมีระยะเวลาในการให้ไม่ยาวนาน⁽¹⁻²⁾ (**B3,++**)
2. การให้ทางหลอดเลือดดำส่วนกลาง (central venous access) พิจารณาใช้ในกรณีสารละลายอาหารมีออสโมลาริตีสูง และมีระยะเวลาในการให้นานเกินกว่า 2-3 สัปดาห์⁽¹⁾ (**D1,++**) มีหลายวิธี ได้แก่
 - 2.1. การใส่สายสวนผ่านทางผิวหนัง (percutaneous) แบ่งเป็น

2.1.1. การใส่สายสวนเข้าหลอดเลือดดำส่วนกลางโดยตรง ได้แก่ การใส่สายสวนโดยตรงจากผิวหนังที่

ตำแหน่งเหนือต่อหลอดเลือดดำใหญ่ subclavian, internal jugular หรือ femoral

2.1.2. การใส่สายสวนจากหลอดเลือดดำส่วนปลาย เข้าสู่หลอดเลือดดำส่วนกลาง ได้แก่ การใส่สายสวนที่

หลอดเลือดดำสายสะดือ (umbilical vein) หรือที่ตำแหน่งหลอดเลือดดำส่วนปลาย (peripherally

inserted central venous catheter; PICC) สายสวนชนิด PICC มีข้อดีคือ สามารถใส่ได้ง่าย

ปลอดภัยในทารกและเด็ก ไม่ต้องผ่าตัด และไม่ต้องดมยาสลบ อย่างไรก็ตาม การใส่เป็นเวลานาน

เพิ่มอัตราการติดเชื้อในกระแสเลือด⁽³⁻⁵⁾ จึงเหมาะสำหรับทารกและเด็กที่ต้องได้รับอาหารทางหลอดเลือด

ดำเป็นระยะไม่เกิน 14-21 วัน⁽³⁻⁵⁾ (B3,+)

2.2. การใส่สายสวนโดยการผ่าตัด ได้แก่

2.2.1. สายสวนหลอดเลือดดำแบบมีทางในชั้นใต้ผิวหนัง (subcutaneous tunnel) ตำแหน่งของสายสวน

ที่ผิวหนังและทางเข้าที่หลอดเลือดดำมีระยะห่างกัน ทำให้ลดโอกาสที่เชื้อโรคจากผิวหนังจะเข้าสู่

กระแสเลือด และปลอกหุ้ม (cuff) ของสายสวน จะกระตุ้นให้มีการสร้างเนื้อเยื่อพังผืดรอบสาย ทำ

ให้มีการยึดจับดีขึ้น จึงเหมาะสำหรับทารกและเด็กที่ต้องได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำในระยะยาว

หรือกรณีต้องให้อาหารทางหลอดเลือดดำที่บ้าน (home parenteral nutrition)⁽⁶⁻⁷⁾ (A2,++)

ตัวอย่างของสายสวนชนิดนี้ เช่น สายสวน Broviac และ Hickman

2.2.2. แบบฝัง (implantable port) เหมาะสำหรับการใช้เป็นช่วงๆ สามารถอยู่ได้ในระยะเวลานาน แต่

อาจมีข้อจำกัดในการใช้ในเด็กเนื่องจากต้องแทงเข็มผ่านชั้นผิวหนังทุกครั้งที่ใช้⁽¹⁾ (D1,-)

วัสดุที่ใช้ผลิตสายสวนหลอดเลือดดำ

กรณีต้องได้รับสารอาหารทางหลอดเลือดดำเป็นระยะเวลานาน ควรเลือกใช้สายสวนหลอดเลือดดำที่ทำจากซิลิโคน หรือ โพลียูรีเทน เนื่องจากมีความยืดหยุ่นมากกว่า ทำให้การบาดเจ็บของเนื้อเยื่อ และการอุดตันของหลอดเลือดดำน้อยกว่าชนิดที่ผลิตจากโพลีไวนิล คลอไรด์⁽⁸⁾ **(B3,++)**

ตำแหน่งใส่สายสวนหลอดเลือดดำ

การเลือกตำแหน่งที่ใส่สายสวนขึ้นกับหลายปัจจัย ได้แก่ เทคนิคและความชำนาญของผู้ใส่สายสวน ความสามารถในการดูแลสายสวน ระยะเวลาในการใช้สายสวน โอกาสเกิดภาวะแทรกซ้อนทั้งด้านกายภาพ การอุดตันของหลอดเลือด และการติดเชื้อ

ในผู้ป่วยเด็ก แนะนำให้ใส่สายสวนเข้าหลอดเลือดดำ superior vena cava โดยพบว่าอัตราการเกิดภาวะแทรกซ้อนจากการใส่สายสวนหลอดเลือดดำ subclavian และ internal jugular ไม่ต่างกัน แต่อาจพิจารณาเลือกตำแหน่ง subclavian หากต้องใส่สายสวนเป็นระยะเวลานาน กรณีทารกหรือเด็กที่ไม่สามารถใส่สายสวนเข้าหลอดเลือดดำ superior vena cava ได้ พิจารณาให้ใส่สายสวนหลอดเลือดดำ femoral เนื่องจากภาวะแทรกซ้อนจากการใส่และการติดเชื้อไม่ต่างจากการใส่ที่ตำแหน่ง jugular และ subclavian แต่อาจทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนของการอุดตันของหลอดเลือดดำ inferior venacava และทำให้เด็กรู้สึกรำคาญมากกว่า^(1, 9-11) **(B3,+)**

การใส่สายสวนที่หลอดเลือดสายสะดือในทารกแรกเกิด สามารถใช้ได้ทั้งหลอดเลือดแดงและหลอดเลือดดำ อย่างไรก็ตาม การใส่สายสวนที่หลอดเลือดแดง หรือ หลอดเลือดดำของสายสะดือในทารกแรกเกิด ควรใส่ในระยะเวลาสั้น กล่าวคือ ไม่ควรนานเกินกว่า 5 และ 14 วันตามลำดับ⁽¹²⁻¹³⁾ **(A2,-)**

ตำแหน่งของปลายสายสวน

ตำแหน่งที่เหมาะสมของปลายสายสวนหลอดเลือดดำ jugular และ subclavian ในเด็ก ควรอยู่บริเวณ ส่วนล่างของเส้นเลือดดำใหญ่ superior vena cava นอกถุงหุ้มหัวใจ (pericardial sac) เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิด ภาวะน้ำรั่วในช่องเยื่อหุ้มหัวใจ (pericardial effusion/ tamponade)^(1, 14) **(D1,+)** ซึ่งมีจุดบอกตำแหน่งที่ เหมาะสมจากภาพถ่ายรังสีของปอด⁽¹⁾ คือ

1. ทารกที่มีความยาวระหว่าง 47-57 ซม. ตำแหน่งสูงกว่าจุดแยกของหลอดเลือด (carina) อย่างน้อย 0.5 ซม.
2. ทารกที่มีความยาวระหว่าง 58-108 ซม. ตำแหน่งสูงกว่าจุดแยกของหลอดเลือด (carina) อย่างน้อย 1 ซม.
3. ในเด็กโตและผู้ใหญ่ ตำแหน่งเหนือกว่า carina พอดี

สำหรับปลายสายสวนหลอดเลือดดำ femoral ควรอยู่ที่ตำแหน่งหลอดเลือดดำของไต ซึ่งมีจุดบอก ตำแหน่งคือกระดูกสันหลังส่วน lumbar ชั้นที่ 1⁽¹⁾ **(D1,+)**

วิธีใส่สายสวน

การใส่สายสวนเข้าหลอดเลือดดำทางผิวหนังควรทำคู่ไปกับการตรวจด้วยคลื่นความถี่สูงหรือวิธีการทาง รังสี เช่น fluoroscopy เพื่อลดจำนวนครั้งและระยะเวลาของการพยายามใส่สายสวน⁽¹⁵⁾ **(B1,+)**

แนวทางการลดภาวะติดเชื้องของสายสวนหลอดเลือดดำ

1. ควรใช้สายสวนหลอดเลือดดำเพื่อการให้อาหารทางหลอดเลือดอย่างเดียว ไม่ควรใช้เพื่อดูดเลือด หรือให้ สารน้ำและยาอื่น⁽¹⁶⁾ **(B3,--)** กรณีผู้ป่วยมีภาวะวิกฤติจำเป็นต้องใส่สายสวนหลอดเลือดดำหลายปลาย ควรเลือกปลายหนึ่งไว้สำหรับการให้อาหารทางหลอดเลือดเท่านั้น⁽¹⁾ **(D1,+)**
2. พิจารณาเลือกใช้สายสวนหลอดเลือดดำชนิดที่มีปลายเดี่ยว (single lumen) เพราะเกิดภาวะติดเชื้องใน กระแสเลือดต่ำกว่าการใส่สายสวนชนิดที่มี 2 หรือ 3 ปลาย (double/triple lumen)⁽¹⁷⁻¹⁸⁾ **(A2,+)**

3. ไม่ควรเปลี่ยนสายสวนหลอดเลือดดำตามระยะเวลา เพราะไม่ได้ลดการเกิดภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด⁽¹⁹⁾
(A1,-)
4. หากจำเป็นต้องเปลี่ยนสายสวนหลอดเลือดดำ การใส่สายใหม่ลดโอกาสการติดเชื้อมากกว่าการเปลี่ยนสายผ่านลวดนำ (guidewire) โดยอาจพิจารณาให้เปลี่ยนสายใส่ตำแหน่งเดิม เฉพาะในกรณีที่มาหลอดเลือดดำของผู้ป่วยได้ยาก⁽¹⁹⁾ **(A1,+)**
5. ไม่แนะนำให้ป้องกันโดยการให้ยาปฏิชีวนะ เพราะไม่สามารถป้องกันการเกิดการติดเชื้อในกระแสเลือดได้⁽²⁰⁾ **(A1,-)**
6. ไม่แนะนำให้ยาปฏิชีวนะค้ำไว้ในสายสวน (antibiotic line lock) เพียงอย่างเดียวในการรักษา CRBSI⁽²¹⁾ **(A1,-)** แต่อาจใช้ร่วมกับการให้ยาปฏิชีวนะทางหลอดเลือดค้ำไปในการรักษา CRBSI ในผู้ป่วยบางรายได้⁽²²⁾ **(A2,+)**
7. การใส่เอธานอลค้ำไว้ในสายสวน อาจช่วยป้องกัน CRBSI ในผู้ป่วยบางรายที่เกิด CRBSI บ่อยได้⁽²³⁾ **(A2,+)**

แนวทางการลดการเกิดลิ่มเลือด และภาวะอุดตันของสายสวนหลอดเลือดดำ

1. ไม่แนะนำให้ใช้ heparin ในการป้องกันการเกิดลิ่มเลือดอุดตันในสายสวนทุกราย เพราะยังไม่มีหลักฐานว่าดีกว่าการใส่สายด้วยน้ำเกลือ⁽²⁴⁾ **(A2,-)** นอกจากกรณีไม่ได้ใช้สายสวนหลอดเลือดตลอดเวลา แนะนำให้ใส่สายด้วยน้ำเกลือผสม heparin 5-10 ยูนิต/ซีซี สัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง⁽¹⁾ **(D1,+)**
2. การใช้ heparin ในทารกแรกเกิดที่ใส่สายสวนชนิด PICC อาจช่วยป้องกันการเกิดการอุดตันสายได้ อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาอันตรายจากการให้ heparin อย่างชัดเจน จึงยังไม่สามารถแนะนำให้เป็นอย่างปฏิบัติได้⁽²⁵⁾ **(B1,+/-)**

3. ยังไม่มีข้อแนะนำในการให้ยาป้องกันเลือดแข็งตัวสำหรับผู้ป่วยที่ต้องได้รับสารอาหารทางหลอดเลือดดำที่บ้าน เพื่อลดการเกิดลิ่มเลือด ภาวะอุดตันของสายสวนหลอดเลือดดำ และการติดเชื้อ เนื่องจากยังไม่มีข้อมูลที่เพียงพอ⁽¹⁾ (D1,+/-)

การรักษาความสะอาดในระหว่างการใส่สายสวน และวิธีทำความสะอาดแผล

1. ล้างมืออย่างเหมาะสม ถูกขั้นตอน ก่อนจับและใส่สายสวนหลอดเลือดดำ⁽¹⁾ (A1,++)
2. ทำความสะอาดบริเวณที่จะใส่สายสวนด้วยน้ำยา 2% chlorhexidine ใน 70% isopropyl alcohol ก่อนและหลังใส่สายสวน⁽²⁰⁾ (A1,++) ยกเว้นกรณีเด็กอายุต่ำกว่า 2 เดือนไม่ควรใช้ chlorhexidine เนื่องจากมีรายงานการเกิดผลข้างเคียงของยา ได้แก่ อาการระคายเคืองผิวหนัง และถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดได้^(1, 26)
(C1,-)
3. ใช้น้ำยาฆ่าเชื้อทำความสะอาดผิวหนังบริเวณที่จะใส่สายสวน และปล่อยให้แห้งก่อนที่จะใส่สายสวน⁽¹⁾
(A1,++)
4. อุปกรณ์ต่อเชื่อมสายสวนต่าง ๆ ได้แก่ connectors, port และ hub ควรผ่านการฆ่าเชื้อโรคด้วยน้ำยา 2% chlorhexidine ใน 70% isopropyl alcohol ก่อนนำมาใช้⁽²⁷⁾ (B3,++)
5. การทำความสะอาด (dressing)
 - 5.1. วัสดุปิดแผลบริเวณที่ใส่สายสวน อาจใช้ก๊อชที่ผ่านการฆ่าเชื้อหรือ polyurethane ชนิดใสและกึ่งระบายก็ได้ แต่หากบริเวณแผลมีเลือดหรือน้ำเหลืองไหล ควรเลือกแบบผ้าก๊อช⁽²⁸⁾ (A1,+)
 - 5.2. สายสวนหลอดเลือดดำที่ใส่ระยะสั้น ควรเปลี่ยนผ้าก๊อชปิดแผลทุก 2 วัน หรือกรณีใช้วัสดุแบบใส เปลี่ยนทุก 7 วัน และอาจเปลี่ยนก่อนหากมีการฉีกฉีกหรือลอกหลุด⁽²⁹⁾ (B3,+)

- 5.3. ไม่จำเป็นต้องทำความสะอาดแผลของสายสวนหลอดเลือดชนิดที่มีทางใต้ผิวหนัง หากแผลตรงตำแหน่งที่ใส่หายแล้ว เพื่อหลีกเลี่ยงการเลื่อนหลุดของสายสวน ทั้งนี้พิจารณาให้ช่วยน้ำได้ โดยต้องปิดแผลด้วยวัสดุกันน้ำที่สามารถปิดทับสายสวนทั้งเส้นได้⁽¹⁾ (A1,++)
- 5.4. ไม่แนะนำให้ใช้ยาปฏิชีวนะทาที่แผลบริเวณที่ใส่สายสวนทุกราย เนื่องจากอาจก่อให้เกิดการติดเชื้อรา เชื้อโรคดื้อยา และทำลายพื้นผิวของสายสวนได้⁽¹⁾ (A1,--)
- 5.5. อาจใช้ chlorhexidine-impregnated dressing กรณีทารกอายุเกินกว่า 2 เดือน ที่ใส่สายสวนระยะสั้น แต่มีโอกาเสี่ยงในการติดเชื้อสูง⁽²⁹⁾ (A1,+)

กลยุทธ์ในการป้องกันการเกิดภาวะแทรกซ้อนจากการใส่สายสวนหลอดเลือดดำ

1. ควรส่งเสริมการให้ความรู้แก่บุคลากรทางการแพทย์อย่างสม่ำเสมอ เรื่องการใส่และการดูแลสายสวนหลอดเลือดดำ⁽¹⁾ (B3,++)
2. ควรพัฒนาคู่มือหรือแนวทางในการใส่และดูแลสายสวนหลอดเลือดดำสำหรับบุคลากรทางการแพทย์ และหมั่นตรวจสอบการปฏิบัติงานอย่างสม่ำเสมอ⁽¹⁾ (B3,++)

เอกสารอ้างอิง

1. Kolacek S, Puntis JWL, Hojsak I. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Venous access. Clin Nutr. 2018; 37:2379-91.
2. Dugan S, Le J, Jew RK. Maximum tolerated osmolarity for peripheral administration of parenteral nutrition in pediatric patients. JPEN J Parenter Enteral Nutr. 2014; 38:847-51.

3. Njere I, Islam S, Parish D, Kuna J, Keshtgar AS. Outcome of peripherally inserted central venous catheters in surgical and medical neonates. *J Pediatr Surg.* 2011; 46:946-50.
4. Advani S, Reich NG, Sengupta A, Gosey L, Milstone AM. Central line-associated bloodstream infection in hospitalized children with peripherally inserted central venous catheters: extending risk analyses outside the intensive care unit. *Clin Infect Dis.* 2011; 52:1108-15.
5. Milstone AM, Reich NG, Advani S, Yuan G, Bryant K, Coffin SE, et al. Catheter dwell time and CLABSIs in neonates with PICCs: a multicenter cohort study. *Pediatrics.* 2013; 132:e1609-15.
6. Timsit JF, Bruneel F, Cheval C, Mamzer MF, Garrouste-Orgeas M, Wolff M, et al. Use of tunneled femoral catheters to prevent catheter-related infection. A randomized, controlled trial. *Ann Intern Med.* 1999; 130:729-35.
7. Nahum E, Levy I, Katz J, Samra Z, Ashkenazi S, Ben-Ari J, et al. Efficacy of subcutaneous tunneling for prevention of bacterial colonization of femoral central venous catheters in critically ill children. *Pediatr Infect Dis J.* 2002; 21:1000-4.
8. Polderman KH, Girbes AJ. Central venous catheter use. Part 1: mechanical complications. *Intensive Care Med.* 2002; 28:1-17.
9. Wylie MC, Graham DA, Potter-Bynoe G, Kleinman ME, Randolph AG, Costello JM, et al. Risk factors for central line-associated bloodstream infection in pediatric intensive care units. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2010; 31:1049-56.

10. Reyes JA, Habash ML, Taylor RP. Femoral central venous catheters are not associated with higher rates of infection in the pediatric critical care population. *Am J Infect Control*. 2012; 40:43-7.
11. Citak A, Karabocuoglu M, Uysel R, Uzel N. Central venous catheters in pediatric patients--subclavian venous approach as the first choice. *Pediatr Int*. 2002; 44:83-6.
12. Butler-O'Hara M, Buzzard CJ, Reubens L, McDermott MP, DiGrazio W, D'Angio CT. A randomized trial comparing long-term and short-term use of umbilical venous catheters in premature infants with birth weights of less than 1251 grams. *Pediatrics*. 2006; 118:e25-35.
13. Koletzko B, Goulet O, Hunt J, Krohn K, Shamir R, Parenteral Nutrition Guidelines Working G, et al. 1. Guidelines on Paediatric Parenteral Nutrition of the European Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (ESPGHAN) and the European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), Supported by the European Society of Paediatric Research (ESPR). *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2005; 41 Suppl 2:S1-87.
14. Weil BR, Ladd AP, Yoder K. Pericardial effusion and cardiac tamponade associated with central venous catheters in children: an uncommon but serious and treatable condition. *J Pediatr Surg*. 2010; 45:1687-92.
15. Sigaut S, Skhiri A, Stany I, Golmar J, Nivoche Y, Constant I, et al. Ultrasound guided internal jugular vein access in children and infant: a meta-analysis of published studies. *Paediatr Anaesth*. 2009; 19:1199-206.

16. Pemberton LB, Lyman B, Lander V, Covinsky J. Sepsis from triple- vs single-lumen catheters during total parenteral nutrition in surgical or critically ill patients. *Arch Surg.* 1986; 121:591-4.
17. Clark-Christoff N, Watters VA, Sparks W, Snyder P, Grant JP. Use of triple-lumen subclavian catheters for administration of total parenteral nutrition. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 1992; 16:403-7.
18. Cesaro S, Cavaliere M, Pegoraro A, Gamba P, Zadra N, Tridello G. A comprehensive approach to the prevention of central venous catheter complications: results of 10-year prospective surveillance in pediatric hematology-oncology patients. *Ann Hematol.* 2016; 95:817-25.
19. Cook D, Randolph A, Kernerman P, Cupido C, King D, Soukup C, et al. Central venous catheter replacement strategies: a systematic review of the literature. *Crit Care Med.* 1997; 25:1417-24.
20. Huang EY, Chen C, Abdullah F, Aspelund G, Barnhart DC, Calkins CM, et al. Strategies for the prevention of central venous catheter infections: an American Pediatric Surgical Association Outcomes and Clinical Trials Committee systematic review. *J Pediatr Surg.* 2011; 46:2000-11.
21. Snaterse M, Ruger W, Scholte Op Reimer WJ, Lucas C. Antibiotic-based catheter lock solutions for prevention of catheter-related bloodstream infection: a systematic review of randomised controlled trials. *J Hosp Infect.* 2010; 75:1-11.

22. Taylor JE, Tan K, Lai NM, McDonald SJ. Antibiotic lock for the prevention of catheter-related infection in neonates. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015:CD010336.
23. Schoot RA, van Ommen CH, Stijnen T, Tissing WJ, Michiels E, Abbink FC, et al. Prevention of central venous catheter-associated bloodstream infections in paediatric oncology patients using 70% ethanol locks: A randomised controlled multi-centre trial. *Eur J Cancer.* 2015; 51:2031-8.
24. Smith S, Dawson S, Hennessey R, Andrew M. Maintenance of the patency of indwelling central venous catheters: is heparin necessary? *Am J Pediatr Hematol Oncol.* 1991; 13:141-3.
25. Shah P, Shah V. Continuous heparin infusion to prevent thrombosis and catheter occlusion in neonates with peripherally placed percutaneous central venous catheters. *Cochrane Database Syst Rev.* 2001:CD002772.
26. Chapman AK, Aucott SW, Gilmore MM, Advani S, Clarke W, Milstone AM. Absorption and tolerability of aqueous chlorhexidine gluconate used for skin antisepsis prior to catheter insertion in preterm neonates. *J Perinatol.* 2013; 33:768-71.
27. Pichler J, Soothill J, Hill S. Reduction of blood stream infections in children following a change to chlorhexidine disinfection of parenteral nutrition catheter connectors. *Clin Nutr.* 2014; 33:85-9.
28. Webster J, Gillies D, O'Riordan E, Sherriff KL, Rickard CM. Gauze and tape and transparent polyurethane dressings for central venous catheters. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011:CD003827.

29. O'Grady NP, Alexander M, Burns LA, Dellinger EP, Garland J, Heard SO, et al. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. Clin Infect Dis. 2011; 52:e162-93.

ร่างเพื่อประชาสัมพันธ์

บทที่ 10 การจัดการการให้อาหารทางหลอดเลือดดำอย่างเป็นระบบ

(Organizational aspects)

สิรินภา คีวารมณ

ศิริรุช ชมโท

การดูแลทารกและเด็กที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำ (parenteral nutrition; PN) มีเป้าหมาย เพื่อให้ผู้ป่วยได้รับโภชนาบำบัดอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย ซึ่งขั้นตอนการดูแลประกอบด้วย การประเมินภาวะโภชนาการ การสั่งอาหารทางหลอดเลือดดำ การบริหารอาหารทางหลอดเลือดดำ การติดตามผู้ป่วย และการปรับลดอาหารทางหลอดเลือดดำเมื่อร่างกายสามารถรับอาหารทางระบบทางเดินอาหาร การดูแลดังกล่าว ต้องอาศัยการบริหารจัดการอย่างเป็นระบบและความร่วมมือของบุคลากรสหสาขาวิชาชีพ ได้แก่ แพทย์ พยาบาล เภสัชกร และนักกำหนดอาหารหรือนักโภชนาการ

การประเมินภาวะโภชนาการ

การประเมินภาวะโภชนาการประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ ประวัติการบริโภคอาหาร ทั้งอาหารที่ได้รับทางปาก ผ่านสายยาง และทางหลอดเลือดดำ การประเมินทางคลินิก ได้แก่ สัญญาณชีพ สภาวะทั่วไปของผู้ป่วย ระดับของกิจกรรมทางกาย อาการแสดงของภาวะทุพโภชนาการหรือการขาดสารอาหาร การวัดสัดส่วนของร่างกาย เช่น น้ำหนัก ความยาวหรือส่วนสูง ความยาวเส้นรอบศีรษะ ความยาวเส้นรอบวงต้นแขน ความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง และการส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการ

ข้อบ่งชี้ในการให้อาหารทางหลอดเลือดดำ

ผู้ที่ไม่สามารถรับอาหารทางระบบทางเดินอาหาร หรือได้รับไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย⁽¹⁾ (**D1, ++**) เช่น ทารกเกิดก่อนกำหนดในระยะแรกของชีวิต ผู้ที่มีการอุดตันของทางเดินอาหาร ผู้ที่มีการรั่วของทางเดินอาหาร ผู้ที่มีการทำงานของลำไส้บกพร่อง

การสั่งอาหารทางหลอดเลือดดำ

การสั่งอาหารทางหลอดเลือดดำควรใช้แบบฟอร์มที่ออกแบบอย่างเป็นระบบ โดยระบุขนาดของ ส่วนประกอบที่ให้ต่อวันอย่างชัดเจน หลีกเลี่ยงการสั่งโดยใช้ความเข้มข้นเป็นร้อยละ และควรระบุชนิดของสายสวนหลอดเลือดดำที่ใช้ให้อาหารทางหลอดเลือดดำร่วมด้วย⁽²⁾ (D1, ++) ทั้งนี้ การสั่งอาหารทางหลอดเลือดดำผ่านโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์สามารถลดข้อผิดพลาดในการสั่งอาหารทางหลอดเลือดดำ⁽³⁾

การบริหารอาหารทางหลอดเลือดดำ

การควบคุมอัตราการไหลของอาหารทางหลอดเลือดดำให้ได้อย่างแม่นยำมีความสำคัญ⁽⁴⁾ เนื่องจาก หากอัตราการไหลเร็วเกินไปอาจเกิดภาวะแทรกซ้อนที่เป็นอันตราย เช่น ความผิดปกติของสมดุลเกลือแร่ ระดับไขมันหรือน้ำตาลในเลือดสูง

1. การให้อาหารทางหลอดเลือดดำควรใช้เครื่องควบคุมอัตราการไหล (infusion pump) และตรวจสอบอัตราการไหลเป็นระยะ (D1, ++)
2. หากอาหารทางหลอดเลือดดำให้ผ่านทางหลอดเลือดดำส่วนปลาย ควรตรวจสอบการรั่วไหลของอาหารทางหลอดเลือดดำออกนอกหลอดเลือด (D1, ++)
3. ควรพิจารณาใช้ตัวกรองในการให้อาหารทางหลอดเลือดดำก่อนเข้าถึงตัวผู้ป่วย โดยเลือกตัวกรองที่รูพรุนมีขนาด 1.2-1.5 ไมครอนสำหรับการให้ลิพิดอิมัลชันที่ให้ทางหลอดเลือดดำ และขนาด 0.22 ไมครอนสำหรับอาหารทางหลอดเลือดดำส่วนที่เป็นสารละลาย^(2,4) (D1, +)
4. อาหารทางหลอดเลือดดำที่ให้สำหรับทารกเกิดก่อนกำหนดควรได้รับป้องกันไม่ให้ถูกแสง เพื่อลดการเกิดอนุมูลเสรี (A1, ++)
5. การให้อาหารทางหลอดเลือดดำแบบ cyclic (cyclic PN) หมายถึง การให้อาหารทางหลอดเลือดดำโดยลดระยะเวลาจากการให้ตลอด 24 ชั่วโมง เป็นการให้บางช่วงเวลา ซึ่งมีประโยชน์ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิด

ความผิดปกติของตับสำหรับผู้ที่ต้องได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำในระยะยาว⁽⁵⁾ และทำให้ผู้ป่วยสามารถทำกิจกรรมในช่วงเวลาที่ปราศจากอาหารทางหลอดเลือดดำได้มากขึ้น

6. การให้อาหารทางหลอดเลือดดำเป็นแบบ cyclic ควรเริ่มเมื่อผู้ป่วยมีอาการทางคลินิกคงที่และสามารถรักษาระดับน้ำตาลในเลือดให้เป็นปกติได้ในช่วงที่ไม่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำ (D1, ++)

7. อัตราการไหลของอาหารทางหลอดเลือดดำควรได้รับการปรับลดลงอย่างช้า ๆ ก่อนหยุดพักการให้อาหารทางหลอดเลือดดำ และค่อย ๆ ปรับเพิ่มอัตราการไหลเมื่อกลับมาให้อาหารทางหลอดเลือดดำ เพื่อป้องกันการเกิดระดับน้ำตาลในเลือดต่ำหรือสูงผิดปกติ (D1, ++)

การติดตามการได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำ

การติดตามผู้ที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำ ประกอบด้วย การประเมินภาวะโภชนาการเป็นระยะ และการตรวจทางห้องปฏิบัติการ โดยพิจารณาส่งตรวจตามอาการทางคลินิก โรคร่วม และระยะเวลาที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำ ความถี่ของการส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการควรพิจารณาตามความเหมาะสมสำหรับผู้ป่วยแต่ละราย อย่างไรก็ตามในระยะแรกควรติดตามสมดุลเกลือแร่ และระดับน้ำตาลในเลือดทุก 1-2 วัน จนกว่าระดับจะคงที่ การตรวจทางห้องปฏิบัติการและความถี่ที่แนะนำให้ส่งตรวจ เป็นดังตารางที่ 10.1

(D1, +)

ตารางที่ 10.1 การตรวจทางห้องปฏิบัติการที่ใช้ติดตามผู้ที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำ

ระยะเวลาที่ส่งตรวจ	การส่งตรวจ
ก่อนเริ่มอาหารทางหลอดเลือดดำ	Electrolytes, glucose, calcium, magnesium, phosphorus, BUN, creatinine, albumin, triglyceride, AST, ALT, bilirubin, ALP, GGT
ทุก 1-2 วัน ในระยะแรก	Electrolytes, glucose, triglyceride
อย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ในระยะแรก	Calcium, phosphorus, magnesium, BUN, creatinine, CBC
ทุก 1-4 สัปดาห์หลังจากผลเลือดคงที่	Electrolytes, glucose, calcium, magnesium, phosphorus, BUN, creatinine, albumin, triglyceride, CBC, AST, ALT, bilirubin, ALP, GGT
ตามข้อบ่งชี้และความจำเป็น	Ferritin, iron, zinc, copper, selenium, manganese, thyroid function test, vitamin A, 25-OH vitamin D, vitamin E, prothrombin time, vitamin B12, bone mineral density

การปรับลดอาหารทางหลอดเลือดดำเพื่อกลับมาให้อาหารทางระบบทางเดินอาหาร

1. ผู้ที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำควรได้รับอาหารทางระบบทางเดินอาหารร่วมด้วย แม้จะเป็นปริมาณเพียงเล็กน้อย (D1, ++) เนื่องจากอาหารทางระบบทางเดินอาหารมีบทบาทช่วยรักษาสภาพของเยื่อผนังลำไส้ ส่งเสริมการปรับตัวเพื่อทำหน้าที่ของลำไส้ และลดความเสี่ยงต่อการเกิดความผิดปกติของตับ^(6,7)
2. การปรับเพิ่มอาหารทางระบบทางเดินอาหารในผู้ที่มีการทำงานของลำไส้บกพร่องรุนแรง ควรปรับเพิ่มช้า ๆ อย่างระมัดระวัง ตามความสามารถในการรับอาหารของผู้ป่วย (D1, ++)
3. การปรับเพิ่มอาหารทางระบบทางเดินอาหารในผู้ที่มีการทำงานของลำไส้บกพร่องรุนแรงควรพิจารณาปรับเพิ่มเฉพาะปริมาตรหรือความเข้มข้นที่ละอย่าง เพื่อประเมินความสามารถในการรับอาหาร (D1, ++)
4. หากไม่สามารถเพิ่มอาหารทางระบบทางเดินอาหารได้ตามแผนการรักษา ควรพยายามปรับเพิ่มใหม่อีกครั้งอย่างค่อยเป็นค่อยไป (D1, +)
5. เมื่อสามารถปรับเพิ่มอาหารทางระบบทางเดินอาหารได้ ควรปรับลดอาหารทางหลอดเลือดดำให้เป็นสัดส่วนกัน หรือลดอาหารทางหลอดเลือดดำลงในสัดส่วนที่มากกว่าการเพิ่มขึ้นของอาหารทางระบบทางเดินอาหาร (D1, +)
6. พิจารณาหยุดอาหารทางหลอดเลือดดำเมื่อผู้ป่วยสามารถได้รับพลังงาน โปรตีน และสารอาหารรองทางระบบทางเดินอาหารอย่างน้อยร้อยละ 75 ของความต้องการต่อวันอย่างสม่ำเสมอ และมีแนวโน้มรับอาหารทางระบบทางเดินอาหารได้ดีขึ้นเรื่อย ๆ รวมถึงมีการเจริญเติบโตเป็นปกติ⁽⁸⁾ (D1, +) กรณีผู้ป่วยมีการดูดซึมสารอาหารบกพร่อง อาจใช้ระยะเวลาในการปรับเพิ่มอาหารทางระบบทางเดินอาหาร และต้องให้ปริมาณมากขึ้นเพื่อชดเชยส่วนที่สูญเสียในทางเดินอาหาร การหยุดอาหารทางหลอดเลือดดำอาจต้องพิจารณาความเหมาะสมในแต่ละราย

การให้อาหารทางหลอดเลือดดำสำเร็จรูปและการให้สูตรแบบรายบุคคล

อาหารทางหลอดเลือดดำสำหรับผู้ป่วยเด็กส่วนใหญ่จะถูกผลิตตามคำสั่งแพทย์ซึ่งต้องพิจารณา คำนวณตามสถานะและความต้องการทางโภชนาการของผู้ป่วยเด็ก (individualized PN) ทั้งนี้โดยอาศัยความร่วมมือจากทีมสหสาขาวิชาชีพโดยเฉพาะเภสัชกรผู้เชี่ยวชาญในการผลิตอาหารทางหลอดเลือดดำ ปัจจุบันแนวคิดของการให้อาหารทางหลอดเลือดดำแบบสำเร็จรูป (standard/commercial PN) ที่ผลิตสำหรับผู้ป่วยเด็กที่มีสถานะเหมือนกันหรืออายุใกล้เคียงกันมีความเป็นไปได้มากขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดขั้นตอน และข้อผิดพลาดในกระบวนการในการผลิตสารอาหารทางหลอดเลือดดำ ลดปัญหา incompatibility การตกตะกอน ลดปัญหาการติดเชื้อหรือปนเปื้อนของแบคทีเรีย ประหยัดเวลา ลดภาระงานของเภสัชกร และลดค่าใช้จ่ายในการเตรียมอาหารทางหลอดเลือดดำ โดยพยายามให้สารอาหารที่เหมาะสมกับผู้ป่วยมากที่สุด ทั้งนี้ อาหารทางหลอดเลือดดำทั้งสองแบบมีข้อดีและข้อเสีย อาหารทางหลอดเลือดดำสำเร็จรูปอาจไม่สามารถตอบสนองความต้องการของทารกเกิดก่อนกำหนดที่น้ำหนักตัวน้อย ผู้ป่วยเด็กวิกฤตที่มีอาการทางกายไม่คงที่ หรือมีสมดุลของสารน้ำหรือระดับเกลือแร่ในเลือดไม่คงที่

การศึกษาผลของการใช้อาหารทางหลอดเลือดดำแบบสำเร็จรูปเปรียบเทียบกับอาหารทางหลอดเลือดดำที่สังเคราะห์สำหรับผู้ป่วยแต่ละคนในต่างประเทศ พบว่าผลการศึกษาส่วนใหญ่เป็นไปในแนวทางเดียวกัน คือ อาหารทางหลอดเลือดดำแบบสำเร็จรูปชนิดที่ประกอบด้วยกลูโคสและกรดอะมิโนสามารถนำมาใช้ในทารกเกิดก่อนกำหนดที่น้ำหนักตัวน้อยได้อย่างปลอดภัย ไม่มีปัญหาเรื่องความไม่สมดุลของเกลือแร่ และทารกได้รับพลังงาน โปรตีน แคลเซียม ฟอสฟอรัสใกล้เคียงกับความต้องการมากกว่าการใช้อาหารทางหลอดเลือดดำที่สังเคราะห์สำหรับทารกแต่ละคน และสามารถลดความผิดพลาดในการสั่ง⁽⁹⁻¹¹⁾ (B1, +) ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์อาหารทางหลอดเลือดดำแบบสำเร็จรูปชนิด commercial สำหรับทารกแรกเกิดยังไม่มีจำหน่ายในประเทศไทย แต่อย่างไรก็ตามบางโรงพยาบาลมีการผลิต standardized PN ที่มีส่วนประกอบของกลูโคสและกรดอะมิโน (เรียกว่า stock solution) เพื่อใช้สำหรับทารกแรกเกิดในช่วงแรกภายในโรงพยาบาลเท่านั้น

อาหารทางหลอดเลือดดำแบบสำเร็จรูปที่มีส่วนประกอบของกลูโคส กรดอะมิโน ไขมัน กลีเซอรอล แร่ธาตุ และวิตามิน (all-in-one หรือ 3-in-1 admixture), (รายละเอียดผลิตภัณฑ์อยู่ในภาคผนวก) สำหรับทารกและเด็กโต แนะนำใช้ได้กับผู้ป่วยเด็กที่มีอาการคงที่ไม่ต้องปรับสารน้ำและกลีเซอรอลบ่อยมาก (D1, +) และบางผลิตภัณฑ์ขึ้นทะเบียนใช้ได้สำหรับเด็กอายุตั้งแต่ 2 ปีขึ้นไป

อาหารทางหลอดเลือดดำที่ให้ที่บ้าน (Home parenteral nutrition)

การศึกษาในต่างประเทศพบว่าเด็กที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำที่บ้านมีจำนวนมากขึ้นเนื่องจากเทคนิคการผ่าตัดดีขึ้น อัตราการรอดชีวิตของทารกแรกเกิดที่ป่วยซับซ้อนมีค่าสูงขึ้น และการดูแลสายสวนหลอดเลือดดำใหญ่และคุณภาพของอาหารทางหลอดเลือดดำที่ดีขึ้น ความสุขของเด็กที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำที่บ้านมีค่าอยู่ระหว่าง 9.6-13.7 ต่อล้านคนในประเทศเนเธอร์แลนด์และอังกฤษ^(12,13) เด็กที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำที่บ้านมีอัตราการติดเชื้อจากสายสวน (CRBSI) และการเกิดภาวะแทรกซ้อนทางตับจากการได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำ (PNALD) ลดลง

การให้อาหารทางหลอดเลือดดำที่บ้านมีข้อบ่งชี้ในผู้ป่วยภาวะลำไส้ล้มเหลวที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำนานเกิน 3 เดือนขึ้นไป มีอาการคงที่สามารถลดเวลาการให้อาหารทางหลอดเลือดดำ (cyclic PN) เหลือ 12-14 ชั่วโมงต่อวัน และส่วนประกอบของอาหารทางหลอดเลือดดำมีปริมาณคงที่โดยไม่ต้องการปรับเปลี่ยนบ่อย⁽¹⁴⁾ (D1,+)

การสำรวจสถานการณ์ในประเทศไทยพบว่าจำนวนผู้ป่วยเด็กที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำที่บ้านมีประมาณไม่เกิน 30 ราย ในปี พ.ศ.2564 แต่จำนวนผู้ป่วยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้นผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะลำไส้ล้มเหลวและได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำเป็นเวลานานควรได้รับการส่งปรึกษาทีมผู้เชี่ยวชาญ เพื่อลดภาวะแทรกซ้อนเกี่ยวกับสายสวนหลอดเลือดดำและภาวะแทรกซ้อนทางตับที่ถาวร เพิ่มโอกาสในการรอดชีวิต และมีคุณภาพชีวิตที่ดี (D1,+)

เอกสารอ้างอิง

1. Worthington P, Balint J, Bechtold M, Bingham A, Chan LN, Durfee S, Jevonn AK, Malone A, Mascarenhas M, Robinson DT, Holcombe B. When is parenteral nutrition appropriate?. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*. 2017 Mar;41(3):324-77.
2. Task Force for the Revision of Safe Practices for Parenteral Nutrition, Mirtallo J, Canada T, Johnson D, Kumpf V, Petersen C, Sacks G, Seres D, Guenter P. Safe practices for parenteral nutrition. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*. 2004 Nov;28(6):S39-70.
3. Brown CL, Garrison NA, Hutchison AA. Error reduction when prescribing neonatal parenteral nutrition. *American journal of perinatology*. 2007 Aug;24(07):417-27.
4. Puntis JW, Hojsak I, Ksiazek J, Braegger C, Bronsky J, Cai W, Campoy C, Carnielli V, Darmaun D, Decsi T, Domellöf M. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Organisational aspects. *Clinical Nutrition*. 2018 Dec 1;37(6):2392-400.
5. Jensen AR, Goldin AB, Koopmeiners JS, Stevens J, Waldhausen JH, Kim SS. The association of cyclic parenteral nutrition and decreased incidence of cholestatic liver disease in patients with gastroschisis. *Journal of pediatric surgery*. 2009 Jan 1;44(1):183-9.
6. Lacaille F, Gupte G, Colomb V, D'Antiga L, Hartman C, Hojsak I, Kolacek S, Puntis J, Shamir R. Intestinal failure-associated liver disease: a position paper of the ESPGHAN Working Group of Intestinal Failure and Intestinal Transplantation. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*. 2015 Feb 1;60(2):272-83.

7. Zamir O, Nussbaum MS, Bhadra S, Subbiah MT, Rafferty JF, Fischer JE. Effect of enteral feeding on hepatic steatosis induced by total parenteral nutrition. JPEN. Journal of parenteral and enteral nutrition. 1994;18(1):20-5.
8. Aquilina A, Bisson R, Brennan J, Carricato M, Connolly B, Green G, et al. Guidelines for the Administration of Enteral and Parenteral Nutrition in Paediatrics . SickKids . 2007;;1-53.
9. Riskin A, Picaud J, Shamir R, the ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN working group on pediatric parenteral nutrition. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Standard versus individualized parenteral nutrition. Clin Nutr. 2018; 37:2379-912409-17.
10. Bolisetty S, Osborn D, Sinn J, Lui K. Standardised neonatal parenteral nutrition formulations-an Australasian group consensus 2012. BMC Pediatr 2014; 14:48.
11. Boullata JI, Gilbert K, Sacks G, et al. A.S.P.E.N. clinical guidelines: parenteral nutrition ordering, order review, compounding, labeling, and dispensing. JPEN J Parenter Enteral Nutr. 2014;38(3):334-377.
12. Gupte GL, Beath SV, Protheroe S, Murphy MS, Davies P, Sharif K, et al. Improved outcome of referrals for intestinal transplantation in the UK. Arch Dis Child 2007;92(2):147e52.
13. Beath SV, Gowen H, Puntis JW. Trends in paediatric home parenteral nutrition and implications for service development. Clin Nutr 2011;30(4):499e502.

14. Hill S, Ksiazek J, Prell C, Tabbers M, the ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN working group on pediatric parenteral nutrition. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Home parenteral nutrition. Clin Nutr. 2018; 37:2401-8.

ร่างเพื่อประชาสัมพันธ์

บทที่ 11 ภาวะแทรกซ้อน

(Complications)

จรัสพงศ์ เอื้ออริยะพานิชกุล

มณวรรตน์ เลหาหิรพันธุ์

ภาวะแทรกซ้อนที่พบบ่อยระหว่างการให้อาหารทางหลอดเลือดดำ อาจแบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม คือ

1. ภาวะแทรกซ้อนทางการติดเชื้อ (infectious complication) เช่น การติดเชื้อในกระแสเลือด
2. ภาวะแทรกซ้อนเชิงกล (mechanical complication) ซึ่งเกี่ยวข้องกับสายสวนหลอดเลือดดำ เช่น การอุดตัน การรั่วไหล และการเลื่อนหลุดของสายสวน
3. ภาวะแทรกซ้อนทางเมแทบอลิก (metabolic complication) เช่น ภาวะแทรกซ้อนทางตับและทางเดินน้ำดี ภาวะแทรกซ้อนทางการเจริญเติบโตและกระดูก
4. ภาวะแทรกซ้อนที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของสารอาหารทางหลอดเลือดดำ เช่น อันตรกิริยาระหว่างสารอาหารทางหลอดเลือดดำและยา ความคงตัวและความเข้ากันได้ของสารละลาย

ภาวะแทรกซ้อนของการให้อาหารทางหลอดเลือดดำ

1. ภาวะแทรกซ้อนทางการติดเชื้อ^(1, 2)

การติดเชื้อในกระแสเลือดที่สัมพันธ์กับการใส่สายสวนหลอดเลือดดำ (central line-associated bloodstream infection: CLABSI) เป็นภาวะแทรกซ้อนที่รุนแรงของการให้อาหารทางหลอดเลือดดำที่พบได้บ่อย โดยเฉพาะในผู้ป่วยลำไส้ล้มเหลวที่จำเป็นต้องได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำผ่านสายสวนเป็นระยะเวลานาน และ

อาจนำไปสู่ภาวะแทรกซ้อนทางตับที่สัมพันธ์กับภาวะลำไส้ล้มเหลว (intestinal failure-associated liver disease: IFALD)

1.1 การวินิจฉัย^(1, 2)

ผู้ป่วยเด็กที่มีสายสวนหลอดเลือดดำ (central venous catheter: CVC) ในตัว มีความเสี่ยงต่อภาวะ CLABSI ดังนั้นหากมีไข้ คือ อุณหภูมิ > 38.5 °C หรือสูงขึ้น > 1 °C หรือมีการเปลี่ยนแปลงอาการทางคลินิก เช่น ซึมลง ท้องอืดมาก หรือมีการเปลี่ยนแปลงทางห้องปฏิบัติการ เช่น ภาวะเลือดเป็นกรด น้ำตาลในเลือดต่ำ เกร็ดเลือดต่ำ ควรสงสัยภาวะ CLABSI จนกว่าจะพิสูจน์เป็นอย่างอื่น (**B1, +**) ภาวะติดเชื้อในกระแสเลือดที่มีหลักฐานยืนยันว่าเกิดจากการใส่สายสวนหลอดเลือดดำจริง จะเรียกว่า catheter-related bloodstream infection (CRBSI) ซึ่งเป็นการวินิจฉัยที่จำเพาะกว่า CLABSI

เมื่อสงสัยภาวะ CRBSI ควรตรวจเพาะเชื้อเชิงปริมาณในเลือดพร้อมกัน (paired quantitative blood cultures) จากทั้งสายสวนหลอดเลือดดำและหลอดเลือดดำส่วนปลาย ก่อนเริ่มการรักษาด้วยยาปฏิชีวนะ (**B1, ++**)

วิธียืนยันภาวะ CRBSI โดยไม่ต้องถอดสายสวนออก ทำได้โดยใช้การคำนวณระยะเวลาที่แตกต่างกันระหว่างการเพาะเชื้อขึ้นในเลือด (differential time to positivity) จากสายสวนหลอดเลือดดำก่อนหลอดเลือดดำส่วนปลายอย่างน้อย 2 ชั่วโมง (**B1, ++**) ส่วนเกณฑ์การวินิจฉัยหากถอดสายสวนออก คือ พบเชื้อก่อโรคชนิดเดียวกันจากปลายสายสวน (catheter tip) ปริมาณมากกว่าจากในกระแสเลือดอย่างน้อย 3 เท่า

1.2 การรักษา^(1, 2)

การรักษา CRBSI ด้วยยาปฏิชีวนะ ควรครอบคลุมเชื้อ Staphylococci ทั้งชนิด Gram-positive coagulase-negative หรือ positive และ Gram-negative bacilli (**B1, ++**) โดย empirical antibiotics

ขึ้นกับปัจจัยเสี่ยงของผู้ป่วย ความรุนแรงของการติดเชื้อ และรูปแบบการติดยาของเชื้อโรคในแต่ละสถานพยาบาล หากต่อมารายงานผลระบุเชื้อก่อโรคที่ชัดเจน สามารถปรับยาปฏิชีวนะให้แคบลงและจำเพาะกับเชื้อได้ การดูแล สายสวนหลอดเลือดดำ ควรเป็นไปตามมาตรฐานการป้องกันและควบคุมการติดเชื้อของแต่ละสถาบัน

ระยะเวลาของการให้ยาปฏิชีวนะสำหรับ CRBSI ที่เก็บรักษาสายสวนไว้ โดยทั่วไปคือ 10-14 วัน เมื่อมีการตอบสนองทางคลินิกและทางจุลชีววิทยาภายใน 48-72 ชั่วโมง และไม่มีหลักฐานของภาวะแทรกซ้อน เช่น suppurative thrombophlebitis, endocarditis หรือ osteomyelitis (B1, ++)

แนะนำให้ถอดสายสวนหลอดเลือดดำออก ในกรณีที่อาการทางคลินิกแยลงหรือไม่ดีขึ้น ไม่สามารถกำจัด เชื้อแบคทีเรียจากกระแสเลือด 72 ชั่วโมงหลังเริ่มการรักษา มีภาวะแทรกซ้อนจากการติดเชื้อ หรือกรณีพบเชื้อก่อโรคชนิด *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas* หรือ *Candida species* (B1, ++)

การติดเชื้อของผิวหนังบริเวณทางออกของสายสวน (exit site infection) อาจรักษาด้วยยาต้านจุลชีพ เฉพาะที่ การติดเชื้อของชั้นใต้ผิวหนังตามแนวของสายสวน (tunnel infection) ควรรักษาด้วยการให้ยาปฏิชีวนะ ชนิดกินหรือฉีด (B3, +)

2. ภาวะแทรกซ้อนเชิงกลของสายสวนหลอดเลือดดำส่วนกลาง เช่น การอุดตัน การรั่วไหล และการเลื่อน หลุดของสายสวน^(1, 3)

2.1 การอุดตัน (occlusion)

การอุดตันของสายสวนอาจเกิดจากสาเหตุเชิงกล เช่น การหักงอของสาย ปลายสายชนผนังเส้นเลือด การตกตะกอนของสารละลาย (precipitation) เช่น จากฟอสฟอรัสหรือลิพิดอิมัลชัน (intravenous lipid emulsions: ILEs) ซึ่งมักเกิดขึ้นอย่างฉับพลัน หรืออาจเป็นผลจากการเกิดลิ่มเลือดอุดตัน ซึ่งมักค่อย ๆ เป็นมา

ขึ้นในหลายวัน การประเมินถึงสาเหตุที่เป็นไปได้ของการอุดตัน มีความสำคัญต่อการดูแลรักษาที่เหมาะสมเพื่อสามารถใช้งานสายสวนต่อได้ (catheter salvage)

ควรมีการตรวจสอบดูแลการอุดตันของสายสวนหลอดเลือดดำ และการเกิดลิ่มเลือดอุดตันที่เกี่ยวข้องกับสายสวนหลอดเลือดดำ (CVC-related thrombosis)⁽⁴⁾ โดยประเมินการไหลเมื่อให้สารละลายหรือไล่สาย (flushing) (B3, ++) อาการเริ่มแรกมักนำมาด้วยความผิดปกติเมื่อให้สารละลายหรือดูดเลือด หากเป็นมากขึ้นอาจเกิดอาการบวมของใบหน้าและคอจากการอุดตันหลอดเลือดดำ superior vena cava

เมื่อสงสัยการอุดตันของสายสวน ควรพิจารณาตรวจยืนยันเพิ่มเติมโดยอัลตราซาวด์^(4, 4) หากทำได้ในเวลาที่เหมาะสม (B3, +) ซึ่งในทางปฏิบัติอาจไม่สามารถทำได้ในทุกราย และอาจพิจารณาให้การรักษาที่ทำได้ตามสาเหตุก่อน นอกจากนี้ยังสามารถตรวจเอกซเรย์หลอดเลือด (venography) ในกรณีจำเป็น เช่น มีอาการทางคลินิกแต่ตรวจอัลตราซาวด์ได้ผลลบ⁽⁴⁾ (B3, +/-)

การรักษาการอุดตันของสายสวนหลอดเลือดดำจากลิ่มเลือด ควรใช้ยาละลายลิ่มเลือด (fibrinolytics) ปัจจุบันแนะนำให้ใช้ tissue plasminogen activator (tPA)^(1, 5) (B2, +) อย่างไรก็ตามหากจำเป็นอาจพิจารณาใช้ urokinase และ recombinant urokinase (rUK) แทนได้

หากไม่สามารถแก้ไขการอุดตัน ควรพิจารณาเปลี่ยนสายสวน กรณีจำเป็นต้องใช้สายสวนต่อเนื่อง ผู้ป่วยที่เกิดลิ่มเลือดอุดตันและมีอาการที่เกี่ยวข้อง ควรพิจารณาใช้ยาต้านการเกิดลิ่มเลือด (anticoagulant) เช่น low-molecular-weight heparin (LMWH)^(1, 6) เพื่อป้องกันการเกิดลิ่มเลือดอุดตันเพิ่มเติม (B3, +)

2.2 การรั่วไหล (leakage) และการเลื่อนหลุด (dislodgement) ของสายสวนหลอดเลือดดำ

ควรตรวจสอบความเหมาะสมของตำแหน่งปลายสายทุกครั้งก่อนการใช้ โดยควรส่งตรวจภาพรังสีทรวงอกทุกครั้งหลังใส่สายสวนและเมื่อสงสัยการเลื่อนหลุด เพื่อตรวจสอบตำแหน่งปลายสายและเพื่อวินิจฉัย

ภาวะแทรกซ้อน เช่น ภาวะลมรั่วหรือน้ำในช่องปอด เป็นต้น (D1, ++) ตำแหน่งที่เหมาะสมของปลายสายสวนคือ บริเวณรอยต่อของหลอดเลือดดำ superior vena cava กับหัวใจห้องบนขวา (atrio-caval junction) รายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใส่สายสวนหลอดเลือดดำ สามารถอ่านได้ในบทที่ 9 หลอดเลือดดำที่ใช้ในการให้สารอาหาร

ควรมีมาตรการเพื่อยึดสายสวนให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม เมื่อสงสัยว่าสายสวนแตกหรือมีการรั่วไหลของสารละลาย เช่น พบการบวมผิดปกติของเนื้อเยื่อ หรือสงสัยการเคลื่อนหลุดของสายสวน ควรรีบตรวจสอบทันทีเพื่อป้องกันภาวะแทรกซ้อนเพิ่มเติม ผู้ใช้สายสวนควรปรึกษาผู้มีประสบการณ์หรือผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการดูแลรักษาสายสวนอย่างถูกต้องและปลอดภัย (D1, ++)

3. ภาวะแทรกซ้อนทางเมแทบอลิก

มักเกี่ยวข้องกับความไม่สมดุลของสารอาหารหรือเกลือแร่ที่ผู้ป่วยได้รับ ทั้งนี้ภาวะแทรกซ้อนทางโภชนาการที่สัมพันธ์กับสารอาหารแต่ละชนิด ได้มีการอภิปรายในบทอื่นที่เกี่ยวข้องในแนวเวชปฏิบัตินี้

3.1 ภาวะแทรกซ้อนทางตับและทางเดินน้ำดี^(1, 7-10)

ภาวะตับทำงานผิดปกติในผู้ป่วยที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำ (parenteral nutrition-associated liver disease: PNALD) พบได้บ่อย มักเกิดจากมีการไหลของน้ำดีลดลงหรือน้ำดีคั่งในตับของผู้ป่วยที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำเป็นเวลานานเกิน 2 สัปดาห์โดยไม่มีโรคตับมาก่อน ส่วนใหญ่มักรุนแรงปานกลางและรักษาหายได้ แต่อาจรุนแรงมากจนทำให้เกิดภาวะตับแข็งและตับวายได้เช่นกัน

เนื่องจากสาเหตุและพยาธิสรีรวิทยาของ PNALD เกิดจากทั้งปัจจัยเสี่ยงทางผู้ป่วย เช่น โรคประจำตัว ภาวะแทรกซ้อนที่พบร่วม ภาวะเกิดก่อนกำหนด การติดเชื้อ การไม่ได้รับอาหารทางลำไส้ นอกเหนือจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้อาหารทางหลอดเลือดดำเพียงอย่างเดียว ปัจจุบันจึงนิยมเรียกภาวะนี้ในผู้ป่วยที่มีโรคทางลำไส้

ว่า ภาวะตับทำงานผิดปกติที่สัมพันธ์กับภาวะลำไส้ล้มเหลว (intestinal failure-associated liver disease: IFALD)

การป้องกันและรักษาภาวะตับทำงานผิดปกติ^(7, 8)

ควรติดตามตรวจค่าการทำงานของตับเป็นระยะระหว่างผู้ป่วยได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำ สามารถลดความเสี่ยงของภาวะตับทำงานผิดปกติ โดยการลดปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับผู้ป่วยและปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับสารอาหารทางหลอดเลือดดำ (B1, ++) เช่น

- ควรให้อาหารทางลำไส้ให้มากที่สุดเท่าที่ผู้ป่วยสามารถรับได้ แม้เป็นเพียงปริมาณน้อย (trophic feeding) (D1, ++)
- ควรพิจารณาส่งปรึกษาผู้ป่วยลำไส้ล้มเหลวที่มี IFALD กับสถาบันหรือศูนย์ที่มีประสบการณ์ในการดูแล (D1, ++)
- สำหรับผู้ป่วยที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำในระยะยาว เมื่ออาการคงที่ ควรปรับการให้อาหารทางหลอดเลือดดำเป็นแบบเว้นช่วง (cyclic) แทนการให้ตลอดทั้งวัน (B3, ++) โดยในช่วงเวลาระหว่างวันที่เว้นการให้สารอาหาร ต้องระวังภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ
- เมื่อเกิด PNALD ควรพิจารณาปรับลดสารละลายกลูโคสที่มากเกินไป ให้ปริมาณกรดอะมิโนอย่างเหมาะสม และลดปริมาณไขมันทางหลอดเลือดดำ (B3, ++) ควรหลีกเลี่ยงการให้ลิพิดอิมัลชันชนิดจากน้ำมันถั่วเหลืองเพียงอย่างเดียว (soybean-oil based ILEs) และควรเลือกให้ ILEs ที่มีน้ำมันปลาเป็นส่วนประกอบ^(9, 10) (A1, ++)
- ในผู้ป่วยที่มีภาวะน้ำตาลคั่งรุนแรง อาจพิจารณาดการให้ทองแดงและแมงกานีสทางหลอดเลือดดำชั่วคราว (D2, +) หากสามารถทำได้ ควรตรวจวัดระดับของทองแดงและแมงกานีสในเลือด (D2, +)

- แนะนำการใช้ composite ILEs ที่มีน้ำมันปลาสำหรับผู้ป่วยลำไส้ล้มเหลวที่ต้องการอาหารทางหลอดเลือดดำเป็นระยะเวลานาน (มากกว่าหรือเท่ากับ 4 สัปดาห์)⁽¹⁰⁾ (A1, +)
- อาจพิจารณาให้ยา ursodeoxycholic acid เมื่อเริ่มพบภาวะน้ำดีคั่งหรือตับทำงานผิดปกติ⁽¹¹⁾ (B3, +)

3.2 ภาวะแทรกซ้อนทางการเจริญเติบโตและกระดูก

ผู้ป่วยเด็กทุกรายที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำระยะยาว ควรได้รับการติดตามการเจริญเติบโตอย่างสม่ำเสมอ (B3, ++)

พบปัญหาความผิดปกติของกระดูก เช่น มวลกระดูกลดลงและโรคกระดูกพรุน ในเด็กที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำในระยะยาวเช่นเดียวกับในผู้ใหญ่⁽¹²⁾ จึงควรตรวจเลือดเพื่อติดตามระดับแคลเซียม ฟอสฟอรัส วิตามินดี และ alkaline phosphatase เพื่อประเมินเป็นระยะ (B1, ++) หากสามารถทำได้ อาจประเมินมวลกระดูกในเด็กโดยวิธี dual energy X-ray absorptiometry เป็นระยะทุกปี (B3, +)

4. ภาวะแทรกซ้อนที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของสารอาหารทางหลอดเลือดดำ

มักเกี่ยวข้องกับอันตรกิริยาระหว่างกันขององค์ประกอบหรือส่วนผสมของสารละลายอาหารทางหลอดเลือดดำหรือยา ความคงตัวหรือการตกตะกอนของสารละลาย

4.1 การบริหารอาหารทางหลอดเลือดดำ

- ควรบริหารอาหารทางหลอดเลือดดำผ่านทางหลอดเลือดดำส่วนกลาง กรณีให้ในระยะสั้นสามารถให้ผ่านทางหลอดเลือดดำส่วนปลายได้ (B3, ++) สามารถให้ ILEs ทางหลอดเลือดดำส่วนปลายได้
- ค่าออสโมลาริตีของสารละลายอาหารทางหลอดเลือดดำทางหลอดเลือดดำส่วนปลาย ไม่ควรเกิน 900 มิลลิออสโมล/ลิตร⁽¹³⁾ (B3, ++) เพื่อลดความเสี่ยงต่อภาวะหลอดเลือดดำอักเสบ (thrombophlebitis)

- การให้สารละลายไขมัน IVLE แบบ Y-site ร่วมกับอาหารทางหลอดเลือดดำแบบ 2-in-1 ผู้ใช้ควรอ้างอิงตามข้อมูลการศึกษาจากบริษัทผู้ผลิต หรือข้อมูลจากการศึกษาที่เชื่อถือได้ หรือพิจารณาแยกเส้นเลือดดำที่ใช้บริหาร (D1, ++)
- การป้องกันอาหารทางหลอดเลือดดำไม่ให้โดนแสง ทำได้โดยป้องกันแสงทั้งถุงบรรจุอาหารและชุดสายสำหรับบริหาร (administration set) ตลอดระยะเวลาการบริหาร (D1, +) เพื่อลดการสลายของวิตามินและการเกิดสารอนุมูลอิสระ
- การป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจน ทำได้โดยการใช้ multi-layer bag บรรจุอาหารทางหลอดเลือดดำ (D1, +)

4.2 ความคงตัวและความเข้ากันได้ของสารละลายส่วนผสมของอาหารทางหลอดเลือดดำ

- ความคงตัวและความเข้ากันได้ของอาหารทางหลอดเลือดดำ ควรอ้างอิงตามข้อมูลการศึกษาจากบริษัทผู้ผลิต (D1, ++)
- การผสมยาลงในอาหารทางหลอดเลือดดำเป็นสิ่งที่ควรหลีกเลี่ยง เว้นแต่มีข้อมูลการศึกษาความเข้ากันได้จากบริษัทผู้ผลิตหรือข้อมูลจากการศึกษาที่เชื่อถือได้ ทั้งนี้ขึ้นกับความเข้มข้นของยาและส่วนประกอบของอาหารทางหลอดเลือดดำเป็นหลัก (D1, ++)
- ยาที่ไม่ควรใช้ร่วมกับอาหารทางหลอดเลือดดำ⁽¹⁴⁾ เช่น acetazolamide, acyclovir, amphotericin, ampicillin, calcium, cefazolin, ceftriaxone, cisplatin, deferoxamine, doxorubicin, etoposide, furosemide, mannitol, phenytoin, phosphate และ sodium bicarbonate (C1, --)
- หากผู้ใช้ต้องการเติมอิเล็กโทรไลต์หรือสารอื่น ๆ ลงในอาหารทางหลอดเลือดดำ ควรอ้างอิงปริมาณสูงสุดที่เติมได้จากบริษัทผู้ผลิต (D1, ++) และหากทำได้ ควรเลือกส่วนผสมที่มีอะลูมิเนียมปนเปื้อนในปริมาณน้อยที่สุด (D1, ++)

- แนะนำให้ใช้ฟอสฟอรัสในรูปแบบเกลืออินทรีย์ (organic phosphate) เป็นอันดับแรกเพื่อป้องกันความเสี่ยงจากการตกตะกอนของแคลเซียมฟอสเฟต⁽¹⁾ (D1, ++)
- กรณีที่ไม่มีฟอสฟอรัสในรูปแบบเกลืออินทรีย์ การใช้ฟอสฟอรัสในรูปแบบเกลืออนินทรีย์ (inorganic phosphate) ผู้ใช้ควรตรวจสอบความเข้ากันได้กับสารอาหารอื่นในสูตร และตรวจสอบการตกตะกอนของแคลเซียมฟอสเฟตตามชนิดและความเข้มข้นของสารละลายกรดอะมิโนที่เลือกใช้ และผลสมตามลำดับการผสมอย่างเคร่งครัด (D1, ++) รายละเอียดเพิ่มเติมในบทที่ 6 แคลเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม

เอกสารอ้างอิง

1. Hartman C, Shamir R, Simchowit V, Lohner S, Cai W, Decsi T, et al. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Complications. Clin Nutr. 2018;37:2418-29.
2. Mermel LA, Allon M, Bouza E, Craven DE, Flynn P, O'Grady NP, et al. Clinical practice guidelines for the diagnosis and management of intravascular catheter-related infection: 2009 update by the Infectious Diseases Society of America. Clin Infect Dis. 2009;49:1-45.
3. Ayers P, Adams S, Boullata J, Gervasio J, Holcombe B, Kraft MD, et al. A.S.P.E.N. Parenteral Nutrition Safety Consensus Recommendations. J Parenter Enteral Nutr. 2014;38:296-333.
4. Male C, Kuhle S, Mitchell L. Diagnosis of venous thromboembolism in children. Semin Thromb Hemost. 2003;29:377-90.
5. Ponc D, Irwin D, Haire WD, Hill PA, Li X, McCluskey ER, et al. Recombinant tissue plasminogen activator (alteplase) for restoration of flow in occluded central venous access

devices: a double-blind placebo-controlled trial of the Cardiovascular Thrombolytic to Open Occluded Lines (COOL) efficacy trial. *J Vasc Interv Radiol.* 2001;12:951-5.

6. Monagle P, Chan AKC, Goldenberg NA, Ichord RN, Journeycake JM, Nowak-Gottl U, et al. Antithrombotic therapy in neonates and children: antithrombotic therapy and prevention of thrombosis: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines (9th ed). *Chest.* 2012;141:737S-801S.
7. Rangel SJ, Calkins CM, Cowles RA, Barnhart DC, Huang EY, Abdullah F, et al. Parenteral nutrition-associated cholestasis: an American Pediatric Surgical Association Outcomes and Clinical Trials Committee systematic review. *J Pediatr Surg.* 2012;47:225-40.
8. Lauriti G, Zani A, Aufieri R, Cananzi M, Chiesa PL, Eaton S, et al. Incidence, prevention, and treatment of parenteral nutrition-associated cholestasis and intestinal failure-associated liver disease in infants and children: a systematic review. *J Parenter Enteral Nutr.* 2013;38(1):70-85.
9. Puder M, Valim C, Meisel JA, Le HD, de Meijer VE, Robinson EM, et al. Parenteral fish oil improves outcomes in patients with parenteral nutrition-associated liver injury. *Ann Surg.* 2009;250:395-402.
10. Hojsak I, Colomb V, Braegger C, Bronsky J, Campoy C, Domellof M, et al. ESPGHAN committee on nutrition position paper. Intravenous lipid emulsions and risk of hepatotoxicity in infants and children: a systematic review and meta-analysis. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2016;62(5):776-92.

11. De Marco G, Sordino D, Bruzzese E, Di Caro S, Mambretti D, Tramontano A, et al. Early treatment with ursodeoxycholic acid for cholestasis in children on parenteral nutrition because of primary intestinal failure. *Aliment Pharmacol Therapeut.* 2006;24(2):387-94.
12. Pichler J, Chomtho S, Fewtrell M, Macdonald S, Hill SM. Growth and bone health in pediatric intestinal failure patients receiving long-term parenteral nutrition. *Am J Clin Nutr.* 2013;97(6):1260-9.
13. Dugan S, Le J, Jew RK. Maximum tolerated osmolarity for peripheral administration of parenteral nutrition in pediatric patients. *J Parenter Enteral Nutr.* 2014;38(7):847-51.
14. Robinson CA, Sawyer JE. Y-site compatibility of medications with parenteral nutrition. *J Pediatr Pharmacol Ther.* 2009;14(1):48-56

ร่างเพื่อประชุม

ภาคผนวก ก

สารอาหารทางหลอดเลือดดำที่มีจำหน่ายในประเทศไทย

1. ผลิตภัณฑ์สารละลายกรดอะมิโน

ชื่อผลิตภัณฑ์	10% Aminoven	10% Aminoven Infant	10% Ampiparen	10% Aminoplasmal HEPA	15% Aminoplasmal	8% Aminoleban	7% Nephrosteril	7.2% Kidmin
บัญชียาหลัก	ค	ค	ค	ค	ค	ค	ค	ค
บริษัทผู้ผลิต	Fresenius Kabi	Fresenius Kabi	Thai Otsuka	B. Braun	B. Braun	Thai Otsuka	Fresenius Kabi	Thai Otsuka
Total AA (g/L)	100	100	100	100	150	80	70	72.05
Total EAA*	44	52	59.1	54.1	37.7	51.6	66.1	72
Total BCAA	18.6	30	30	33	16.3	35.5	30.9	45.8
Total nitrogen	16.2	14.9	15.7	15.3	24	12.2	10.8	10
Osmolarity	990	885	900	875	1290	768	645	600
pH	5.5 - 6.3	5.5 - 6	6.5 - 7.5	5.5 - 6.5	5.5-7	5.5 - 6.5	5.8 - 6.2	6.5 - 7.5
L-Threonine	4.4	4.4	5.7	4.6	5.4	4.5	4.8	3.5
L-Tryptophan	2	2.01	2	1.5	2.1	0.7	1.9	2.5
L-Lysine	6.6	8.51	10.5	7.51	7.95	6.1	7.1	5.06
L-Leucine	7.4	13	14	13.6	11.4	11	10.3	14
L-Valine	6.2	9	8	10.6	7.2	8.4	6.2	10
L-Isoleucine	5	8	8	8.8	5.85	9	5.1	9
L-Methionine	4.3	3.12	3.9	1.2	5.7	1	2.8	3
L-Phenylalanine	5.1	3.75	7	1.6	5.7	1	3.8	5
L-Histidine	3	4.76	5	4.7	5.25	2.4	4.3	3.5
L-Cysteine	-	0.52	1	0.59	0.37	0.3	0.37	1
L-Arginine	12	7.5	10.5	8.8	16.05	6	4.9	4.5
Taurine	1	0.4	-	-	-	-	-	-
L-Tyrosine	0.4	4.2	0.5	0.7	0.5	-	-	0.5
L-Alanine	14	9.3	8	8.3	22.35	7.5	6.3	2.5
L-Aspartic acid	-	-	1	2.5	7.95	-	-	1
L-Glutamic acid	-	-	1	5.7	16.2	-	-	1
Glycine	11	4.15	5.9 (Amino acetic acid)	6.3 (Amino acetic acid)	19.2	9 (Amino acetic acid)	3.2	-
L-Proline	11.2	9.71	5	7.1	7.35	8	4.3	3
L-Serine	6.5	7.67	3	3.7	3	5	4.510	3
L-Asparagine	-	-	-	0.48	-	-	-	-
L-Ornithine	-	-	-	1.3	-	-	-	-
Na (mEq/L)	-	-	2	-	-	12	-	2
K (mEq/L)	-	-	-	-	-	-	-	-
Cl (mEq/L)	-	-	-	10	-	94	-	-
Mg (mmol/L)	-	-	-	-	-	-	-	-
H2PO4 (mmol/L)	-	-	-	-	-	-	-	-
Acetate (mEq/L)	-	-	120	51	-	-	-	45
Sodium bisulfite	-	-	Yes	-	-	(0.3 g/L)	-	-
Indication	Amino acid supplement	Amino acid supplement for premature infants, babies and small children	Hypoproteinemia, malnutrition, pre and/or post operative condition	Severe liver insufficiency and impairment or manifest hepatic encephalopathy	Amino acid supplement	Hepatic Encephalopathy in chronic liver disease	Acute or chronic kidney failure	Hypoproteinemia, malnutrition, pre and/or post operative condition, Acute
Age	Should not be used for children < 2 years. No clinical studies in newborn infant or children	Premature infants, babies and small children (ทารกแรกเกิดถึงอายุ 14 ปี)	Adult (ยังไม่มีการศึกษาความปลอดภัยในทารกเกิดก่อนกำหนด ทารกแรกเกิด และทารก อาจปรับลดอัตราเร็วในผู้ป่วยเด็ก)	Children > 2 years	Not indicated in newborn and children < 2 years	Adult (ยังไม่มีการศึกษาด้านความปลอดภัยในเด็ก)	Adult	Adult (pediatric N/A) ยังไม่มีการศึกษาด้านความปลอดภัยในเด็ก

2. ผลิตภัณฑ์ลิวิดิมัลชันที่ให้ทางหลอดเลือดดำ

ชื่อผลิตภัณฑ์	20% Intralipid	20% Lipofundin MCT/LCT	20% Lipidem	20% ClinOleic	20% SMOFLipid
ผู้ผลิต	Fresenius Kabi	B. Braun	B. Braun	Baxter	Fresenius Kabi
บัญชียาหลัก	ค	ค	ค	ค	ค
ส่วนประกอบ	Soybean oil	50% Soybean oil 50% MCT oil	40% Soybean oil 50% MCT oil 10% Fish oil	20% Soybean oil 80% Olive oil	30% Soybean oil 30% MCT oil 25% Olive oil
TG (g/L)	200	200	200	200	200
Soybean oil (g/L)	200	100	80	40	60
Olive oil (g/L)	-	-	-	160	50
MCT (g/L)	-	100	100	-	60
Fish oil (g/L)	-	-	20	-	30
กรดไขมัน (ร้อยละของกรดไขมันเทียบกับปริมาณไขมันทั้งหมด)					
Caproic acid	-	0.5	N/A	-	Trace
Caprylic acid	-	28.5	N/A	-	10
Capric acid	-	20	N/A	-	11
Lauric acid	-	1	N/A	-	Trace
Myristic acid	-	-	N/A	Trace	1
Palmitic acid	11	7.5	N/A	12	10
Palmitoleic acid	-	-	N/A	1.5	1.5
Stearic acid	4	2	N/A	2	3.5
Oleic acid	24	11	N/A	62	31
Linoleic acid	53	29	N/A	19	20
α -Linolenic acid	8	4.5	N/A	2.5	2
Stearidonic acid	-	-	N/A	-	0.4
Arachidonic acid	-	-	N/A	-	0.5
Eicosapentaenoic acid	-	-	N/A	-	2.4
Docosapentaenoic acid	-	-	N/A	-	0.3
Docoheptaenoic acid	-	-	N/A	-	2.2
Other fatty acids	-	-	N/A	-	5.7
α -Tocopherol (mg/L)	38	85+20	190+30	32	200
Phytosterol (mg/L)	439.07+5.72	278.14+5.09	N/A	274+2.6	207
Phospholipids (g/L)	12	12	12	12	12
Osmolarity	260	380	N/A*	270	290
ข้อบ่งชี้ในการใช้	Source of energy and essential fatty acids for patient requiring intravenous nutrition	Energy supply including a readily utilisable lipid component (MCT), Supply of essential fatty acids as part of total parenteral nutrition	Supply of energy, including a readily utilisable lipid component (MCT) and essential omega-6 fatty acids and omega-3 fatty acids	Source of lipids for patients requiring parenteral nutrition	Supply of energy and essential fatty acids and omega-3 fatty acids to patients
อายุ	Newborns, infants and Adult	Preterm newborn infants, term newborn infants, infants, toddlers, children, adolescents and adults	Preterm newborn infants, term newborn infants, infants, toddlers, children, adolescents and	Premature newborns and low birth weight infants, children, adults	Neonates, infants, children and adults

Omegaven ส่วนประกอบ fish oil 100% (ปัจจุบันยังไม่ได้ขึ้นทะเบียนในประเทศไทย) กรดไขมัน (ร้อยละของกรดไขมันเทียบกับปริมาณไขมันทั้งหมด) myristic acid 5%, palmitic acid 12%, stearic acid 4.5%, palmitoleic acid 9%, oleic acid 15%, linoleic acid 4.5%, α -linolenic acid 1.8 %, arachidonic acid 2%, eicosapentaenoic acid 20%, docosapentaenoic acid 2%, docosahexaenoic acid 12% มี α -tocopherol 150-269 mg/L, phospholipids 12 g/L (ไม่มี phytosterol), osmolarity 273 mOsmol/L

*ข้อมูลจากบริษัท Osmolality 410 mOsmol/kg

3. ผลิตภัณฑ์วิตามินชนิดฉีด

ชื่อการค้า	OMVI 1 (per vial)	OMVI 2 (per ampule)	Soluvit N (per vial)	Vitalipid N Infant (per 10 ml)	Vitalipid N Adult (per 10 ml)	Cernevit (per vial)
บัญชียาหลัก	ค	ค	ค	ค	ค	นอกบัญชี
ผู้ผลิต	Otsuka	Otsuka	Fresenius Kabi	Fresenius Kabi	Fresenius Kabi	Baxter
วิตามินเอ (ยูนิต)	-	3,300	-	2,300	3,300	3,500
วิตามินดี (ยูนิต)	-	200	-	400	200	220
วิตามินอี (ยูนิต)	-	10	-	7	10	11.2
วิตามินบี 1 (มก.)	3.1	-	2.5	-	-	3.51
วิตามินบี 2 (มก.)	3.6	-	3.6	-	-	4.14
วิตามินบี 6 (มก.)	4	-	4	-	-	4.53
วิตามินบี 12 (มคก.)	5	-	5	-	-	6
กรดโฟลิก (มคก.)	400	-	400	-	-	414
ไบโอติน (มคก.)	60	-	60	-	-	69
นิโคตินาไมด์ (มก.)	40	-	40	-	-	46
แพนโทเทนิค (มก.)	15	-	15	-	-	17.25
ชื่อการค้า	OMVI 1	OMVI 2	Soluvit N	Vitalipid N infant	Vitalipid N adult	Cernevit
วิตามินซี (มก.)	100	-	100	-	-	125
วิตามินเค (มคก.)	-	2000	-	200	150	-
Preservative	N/A		Methyl parahydroxybenzoate 0.5 mg	N/A	N/A	N/A
อายุ	The drug should be carefully administered to children, because of the possibility of hypervitaminosis D.		infant, children, adult	Preterms, infants, and children under 11 years	Adults and children age 11 years and above	Adults and children over 11 years

4. ผลิตภัณฑ์ Electrolytes ชนิดฉีด

ชื่อการค้า	3% NaCl	20% NaCl	24.6% Sodium Acetate**	40.8% Sodium Acetate*	15% KCl	29.4% Potassium Acetate**	8.7% Dipotassium phosphate	Sodium Glycerophosphate (Glycophos)	10% Calcium gluconate	50% Magnesium sulfate
บัญชียาหลัก	ก	ก	ก	ก	ก	ก	ค	ง	ก	ก
ผู้ผลิต	GHP	รพ.ศิริ	รพ.ราชวิถี	รพ.ศิริราช	Pharma	รพ.ราชวิถี	Atlantic	Fresenius Kabi	GPO	Atlantic
Sodium	0.513	3.418	3	3	-	-	-	2	-	-
Potassium	-	-	-	-	2	3	1	-	-	-
Calcium	-	-	-	-	-	-	-	-	0.45	-
Magnesium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Phosphate	-	-	-	-	-	-	1	1 (mmol/ml)	-	-
Chloride	0.513	3.418	-	-	2	-	-	-	-	-
Acetate	-	-	6	3	-	6	-	-	-	-

*Sodium acetate trihydrate ** มี glacial acetic acid เป็นส่วนประกอบ ***ข้อมูลบัญชียาหลักอ้างอิงจาก http://ndi.fda.moph.go.th/uploads/main_drug_file/20171115150334.pdf

5. ผลิตภัณฑ์สารละลาย Trace elements ชนิดฉีด

Trace element	Peditrace / mL		Addamel N* / mL		Siriraj Trace Elements/ml		Zinc Sulfate Inj/ml	
	micromole	microgram	micromole	microgram	micromole	microgram	micromole	microgram
Zn	3.82	250	10	650	22.9	1500	15.3	1000
Cu	0.315	20	2	128	3.147	200	-	-
Mn	18.2	1	0.5	28	-	-	-	-
Se	25.3	2	0.04	3.2	-	-	-	-
F	3	57	5	100	-	-	-	-
I	7.88	1	0.1	12.5	-	-	-	-
Cr	-	-	0.02	1.04	-	-	-	-
Fe	-	-	2	112	-	-	-	-
Mo	-	-	0.02	1.9	-	-	-	-
บัญชี	ค		ค		ค		ก	
Age	Infant and children		Adult		N/A		N/A	

* ขึ้นทะเบียน ในข้อบ่งใช้ : ใช้เสริมใน ผู้ใหญ่ ซึ่งได้รับสารอาหารทางหลอดเลือดดำ เพื่อให้ได้เกลือแร่ (Trace elements) เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย

6. สูตรอาหารทางหลอดเลือดดำมาตรฐานที่ผลิตในโรงพยาบาลสำหรับทารกเกิดก่อนกำหนด

ส่วนประกอบ (100 mL)	Siriraj NeoStarter**(P3)	สารอาหารทางหลอดเลือดดำมาตรฐานสำหรับทารกเกิดก่อนกำหนด โดยสาขาวิชาทารกแรกเกิด ภาควิชากุมารเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี
Dextrose (g)	12.5	10
Amino acid (g)	6.99	5
Calcium (mmol)	2	1.4
Heparin (IU)	-	50

7.ผลิตภัณฑ์อาหารทางหลอดเลือดดำสำเร็จรูป 3-in-1 ในประเทศไทย

ชื่อผลิตภัณฑ์	NuTriflex Lipid Peri	NuTriflex Lipid V.R.	Oliclinomel N4-550E	OliClinomel N7-1000E	Kabiven Peripheral	Kabiven Central	Smofkabiven Peripheral	Smofkabiven Central
บัญชียา	ค	ค	ค	ค	ค	ค	ค	ค
บริษัทผู้ผลิต	B.Braun	B.Braun	Baxter	Baxter	Fresenius kabi	Fresenius kabi	Fresenius kabi	Fresenius kabi
Administration Route	Peripheral line	Central line	Peripheral line	Central line	Peripheral line	Central line	Peripheral line	Central line
Total volume (ml)	1250	1250	1500	1500	1440	2053	1448	1477
Total Energy (Kcal)	955	1475	910	1800	1000	1900	1000	1600
Osmolarity (mOsm/L)	840	1545	750	1450	750	1060	850	1500
pH	5.0-6.0	5.0-6.0	6	6	5.6	5.6	5.6	5.6
Maximum infusion rate (mL/kgBW/h)	2.5	1.7	3	3	3.7	2.6	3	2
Physical shelf-life; after mixed								
Refrigerated 2-8°C (day)	4	4	7	7	1*	1*	1	1
Room temperature 25-30°C (day)	2 (25 °C)	2 (25 °C)	2 (25 °C)	2 (25 °C)	1	1	36 hrs (25 °C)	36 hrs(25 °C)
Macronutrient in the bag								
Glucose (g)	80	180	120	240	95	250	103	187
Amino acid (g)	40	71.8	33	60	34	68	46	75
Nitrogen (g)	5.7	10	5.4	9.9	5.4	10.8	7.4	12
Lipid (g)	50	50	30	60	51	80	41	56
	Soybean oil: MCT (50:50)	Soybean oil: MCT (50:50)	Soybean oil:Olive oil (20:80)	Soybean oil: Olive oil (20:80)	Soybean oil	Soybean oil	Soybean oil:MCT:Olive oil:Fish oil (30:30:25:15)	
	25:25	25:25	6:24	12:48	51	80	12.3:12.3:10.25:6.15)	16.9:16.9:14.1:8.4
Electrolytes in the bag (mmol)								
Sodium	50	67	32	48	32	64	36	60
Potassium	30	47	24	36	24	48	28	45
Calcium	3	5.3	3	3	2	5	2.3	3.8
Magnesium	3	5.3	3.3	3.3	4	8	4.6	7.5
Phosphate	7.5	20	13	15	11	25	11.9	19
Chloride	48	60	5	72	47	116	32	52
Acetate	40	60	46	86	38.9	78	96	157
Zinc	0.03	0.04	-	-	-	-	0.03	0.06
Sulfate	N/A	N/A	N/A	N/A	4	8	4.6	7.5
Maximum Additional electrolytes per bag (mmol; mEq)								
Sodium	N/A	N/A	N/A	N/A	184	244	189	165
Potassium	N/A	N/A	N/A	N/A	192	260	197	180
Sodium+Potassium	160	133	394	366	N/A	N/A	N/A	N/A
Calcium	7	4.7	4.5	4.5	5.2	6	5.2	3.7
Magnesium	7	4.7	5.1	5.1	3.2	2	2.9	0
Phosphate	N/A	N/A	15	15	11	11	10.6	3.5
Organic phosphate; Glycophos	20	20	N/A	N/A	11	11	10.6	26
Chloride	N/A	N/A	-	-	N/A	N/A	418	398
Acetate	N/A	N/A	-	-	N/A	N/A	129	68
Zinc	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Maximum Additional of Micronutrient and Other per bag								
Dipeptiven (mL)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0-300	0-300
20%Alanyl-Glutamine solution	N/A	N/A	150 ml	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Cernevit (vial)	N/A	N/A	1	1	N/A	N/A	N/A	N/A
Soluvit N (vial)	N/A	N/A	1	1	1	1	1	1-2
Vitalipid N Adult or Infant (vial)	N/A	N/A	1	1	1	1	1	1-2
Addamel (vial)	N/A	N/A	2	2	1	1	1	1-2
Peditrace (ml)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	20	20

*ถ้าผสมผลิตภัณฑ์ภายใต้การควบคุมให้อยู่ในภาวะปราศจากเชื้อ หลังผสมแล้ว อาจเก็บได้ถึง 6 วัน ที่อุณหภูมิ 2-8 °C

ภาคผนวก ข

ตารางแสดงปริมาณส่วนประกอบของอาหารทางหลอดเลือดดำที่ทารกและเด็กควรได้รับต่อวัน (พ.ศ. 2564)

พลังงานที่ควรได้รับในระยะต่าง ๆ (กิโลแคลอรี/กก./วัน)			
อายุ	เจ็บป่วยเฉียบพลัน (ผู้ป่วยวิกฤต)	อาการคงที่ (ผู้ป่วยวิกฤต)	ฟื้นตัว (ผู้ป่วยวิกฤต) และผู้ป่วยทั่วไป
ทารกเกิดก่อนกำหนด	45-55 (วันแรกของชีวิต)		90-120
0-1 ปี	45-50	60-65	75-85
1-7 ปี	40-45	55-60	65-75
7-12 ปี	30-40	40-55	55-65
12-18 ปี	20-30	25-40	30-55

คาร์โบไฮเดรต : อัตราการให้กลูโคสในระยะต่าง ๆ						
น้ำหนักตัว	เจ็บป่วยเฉียบพลัน (ผู้ป่วยวิกฤต)		อาการคงที่ (ผู้ป่วยวิกฤต)		ฟื้นตัว (ผู้ป่วยวิกฤต) และผู้ป่วยทั่วไป	
	มก./กก./นาที่	ก./กก./วัน	มก./กก./นาที่	ก./กก./วัน	มก./กก./นาที่	ก./กก./วัน
28 วัน - 10 กก.	2-4	2.9-5.8	4-6	5.8-8.6	6-10	8.6-14
11-30 กก.	1.5-2.5	2.2-3.6	2-4	2.8-5.8	3-6	4.3-8.6
31-45 กก.	1-1.5	1.4-2.2	1.5-3	2.2-4.3	3-4	4.3-5.8
> 45 กก.	0.5-1	0.7-1.4	1-2	1.4-2.9	2-3	2.9-4.3

ปริมาณความต้องการกรดอะมิโน		
อายุ	กรดอะมิโน (ก./กก./วัน)	
ทารกเกิดก่อนกำหนด	วันแรกหลังเกิด	1.5-2.5
	วันที่ 2 เป็นต้นไป	2.5-3.5
ทารกเกิดครบกำหนด	1.5-3.0	
1 เดือน - 3 ปี	1.0-2.5	
3-18 ปี	1.0-2.0	

ปริมาณความต้องการไขมัน	
อายุ	ไขมัน (ก./กก./วัน)
ทารกเกิดก่อนกำหนด	1-4
ทารกเกิดครบกำหนด - 1 ปี	3-4
> 1 ปี	2-3

เกลือแร่	อายุ 1 เดือนถึง < 1 ปี	อายุ 1 ปีขึ้นไป
โซเดียม (มิลลิโมล/กก./วัน)	2-3	1-3
โพแทสเซียม (มิลลิโมล/กก./วัน)	1-3	1-3
คลอไรด์ (มิลลิโมล/กก./วัน)	2-4	2-4

ปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัสและแมกนีเซียม						
อายุ	แคลเซียม		ฟอสฟอรัส		แมกนีเซียม	
	มิลลิโมล/กก./วัน	มก./กก./วัน	มิลลิโมล/กก./วัน	มก./กก./วัน	มิลลิโมล/กก./วัน	มก./กก./วัน
ทารกเกิดก่อนกำหนด (วันแรกหลังเกิด)	0.8-2.0	32-80	1.0-2.0	31-62	0.1-0.2	2.5-5.0
ทารกเกิดก่อนกำหนดที่กำลังเจริญเติบโต	1.6-3.5	64-140	1.6-3.5	50-108	0.2-0.3	5.0-7.5
ทารกครบกำหนด แรกเกิด- 6 เดือน	0.8-1.5	30-60	0.7-1.3	20-40	0.1-0.2	2.4-5.0
ทารก 7-12 เดือน	0.5	20	0.5	15	0.15	4
เด็กและวัยรุ่น 1-18 ปี	0.25-0.4	10-16	0.2-0.7	6-22	0.1	2.4

ตารางแสดงส่วนประกอบของอาหารทางหลอดเลือดดำที่ทารกและเด็กควรได้รับต่อวัน (พ.ศ. 2564)

วิตามิน	ทารกแรกเกิดก่อนกำหนด	ทารกแรกเกิดครบกำหนด - 1 ปี	เด็ก 1-18 ปี
วิตามินเอ	227-455 มคก./กก./วัน (700-1,500 หน่วยสากล/กก./วัน)	150-300 มคก./กก./วัน (2,300 หน่วยสากล/วัน)	150 มคก./วัน
วิตามินดี	200-1,000 หน่วยสากล/วัน (80-400 หน่วยสากล/กก./วัน)	400 หน่วยสากล/วัน (40-150 หน่วยสากล/กก./วัน)	400-600 หน่วยสากล/วัน
วิตามินอี	2.8-3.5 มก./กก./วัน (2.8-3.5 หน่วยสากล/กก./วัน)		11 มก./วัน (11 หน่วยสากล/วัน)
วิตามินเค	10 มคก./กก./วัน		200 มคก./วัน
วิตามินบี 1	0.35-0.5 มก./กก./วัน		1.2 มก./วัน
วิตามินบี 2	0.15-0.2 มก./กก./วัน		1.4 มก./วัน
วิตามินบี 3	4-6.8 มก./กก./วัน		17 มก./วัน
วิตามินบี 5	2.5 มก./กก./วัน		5 มก./วัน
วิตามินบี 6	0.15-0.2 มก./กก./วัน		1 มก./วัน
วิตามินบี 7	5-8 มคก./กก./วัน		20 มคก./วัน
วิตามินบี 9	56 มคก./กก./วัน		140 มคก./วัน
วิตามินบี 12	0.3 มคก./กก./วัน		1 มคก./วัน
วิตามินซี	15-25 มก./กก./วัน		80 มก./วัน

วิตามินและปริมาณในการสั่ง						
ปริมาณ	ชื่อการค้า					
	OMVI 1 ^{®ก}	OMVI 2 ^{®ก}	Soluvit N [®]	Vitalipid N infant [®]	Vitalipid N adult ^{®ข}	Cernevit ^{®ข}
ต่อวัน (มล./กก./วัน)	NA	NA	1	4	NA	NA
สูงสุด (มล./วัน)	4	4	10	10	10	5

^ก ยานี้ควรใช้อย่างระมัดระวังในเด็ก เพื่อป้องกันการได้รับวิตามินดีเกินขนาด; ^ข ผลิตภัณฑ์สำหรับเด็กอายุ 11 ปีขึ้นไป และผู้ใหญ่; NA = not available

Trace elements	ทารกเกิดก่อนกำหนด (มคก./กก./วัน)	อายุ 0-18 ปี (มคก./กก./วัน)	ขนาดสูงสุด ต่อวัน
สังกะสี	400-500	0-3 เดือน: 250 3-12 เดือน: 100 1-18 ปี: 50	5 มก.
ทองแดง	40	20	0.5 มก.
ไอโอดีน	1-10	1	
แมงกานีส	≤ 1	≤ 1	50 มคก.
โมลิบดีนัม	1	0.25	5 มคก.
ซีลีเนียม	7	2-3	100 มคก.
โครเมียม	ไม่มีความจำเป็น ต้องให้เพิ่ม	ไม่มีความจำเป็น ต้องให้เพิ่ม	5 มคก.

Trace elements และปริมาณในการสั่ง		
ปริมาณ	ชื่อการค้า	
	Peditrace [®]	Addamel N ^{®ก}
ต่อวัน (มล./กก./วัน)	1	0.1
สูงสุด (มล./วัน)	15	10

^ก ผลิตภัณฑ์สำหรับเด็กที่มีน้ำหนัก 15 กก.ขึ้นไป และผู้ใหญ่

ภาคผนวก ค

คำถามทางการแพทย์ที่พบบ่อย

1. การเลือกใช้ค่าพลังงานที่ได้รับจากอาหารทางหลอดเลือดดำที่ร่างกายต้องการต่อวัน ควรเลือกใช้การคำนวณพลังงานจากสูตรสมการต่าง ๆ ร่วมกับปัจจัยของระดับกิจกรรมทางกายและการเจริญเติบโต หรือเลือกใช้ค่าพลังงานจากตารางความต้องการพลังงานจากอาหารทางหลอดเลือดดำในระยะต่าง ๆ ตามแนวปฏิบัติของ ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN

ตอบ ในผู้ป่วยวิกฤตในระยะต่าง ๆ และผู้ป่วยทั่วไป ที่มีภาวะโภชนาการปกติ สามารถเลือกใช้ค่าพลังงานจากตารางความต้องการพลังงานจากอาหารทางหลอดเลือดดำในระยะต่าง ๆ ตามแนวปฏิบัติของ ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN ได้ในเบื้องต้น แต่หากผู้ป่วยมีภาวะทุพโภชนาการ หรือคาดว่าไม่มีแทบอลิซึมผิดปกติ ควรคิดคำนวณพลังงานจากสูตรสมการ ร่วมกับปัจจัยต่าง ๆ ร่วมด้วย อย่างไรก็ตาม การให้พลังงานในช่วงต้น ต้องทำด้วยความระมัดระวังและต้องการการติดตามผลการรักษาอย่างใกล้ชิด เพื่อปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับผู้ป่วยแต่ละรายและแต่ละระยะของโรคในลำดับต่อไป

2. การให้กรดอะมิโนในทารกแรกเกิด ควรค่อยๆเพิ่มปริมาณตามวันที่เพิ่มขึ้นหรือไม่

ตอบ กรดอะมิโนทารกแรกเกิดก่อนกำหนด อาจพิจารณาเริ่มให้อย่างน้อยวันละ 1.5 กรัม/น้ำหนักตัว 1 กก. และเพิ่มขึ้นในวันที่ 2 เป็นต้นไป เท่ากับ 2.5-3.5 กรัม/น้ำหนักตัว 1 กก./วัน โดยเฉพาะในทารกแรกเกิดก่อนกำหนดที่มีน้ำหนักแรกเกิดน้อยกว่า 1000 กรัม (extremely low birth weight; ELBW) เนื่องจาก พบว่าการให้กรดอะมิโนในปริมาณสูงตั้งแต่วันแรก สัมพันธ์กับค่ายูเรียและแอมโมเนียในเลือดที่สูงขึ้น จนต้องหยุดให้สารละลายดังกล่าว^(1,2)

สำหรับกรณีทารกแรกเกิดครบกำหนด จนถึงเด็กโต สามารถให้กรดอะมิโนในปริมาณที่แนะนำได้ตั้งแต่วันที่
วันแรก

3. การให้กรดอะมิโน มากกว่าคำแนะนำความต้องการกรดอะมิโนตามวัย สามารถทำได้หรือไม่ และจะส่งผล เสียหรือไม่ อย่างไร

ตอบ อาจพิจารณาให้กรดอะมิโนมากกว่าคำแนะนำในตาราง 2.1 กรณีเป็นทารกและเด็กที่มีความต้องการ
กรดอะมิโนเพิ่มขึ้น เช่น ภาวะเจ็บป่วยวิกฤต ที่มีการสลายโปรตีนมากกว่าปกติจากภาวะ hypercatabolism หรือ
กรณีมีการสูญเสียโปรตีนเพิ่มขึ้น เช่น protein-losing enteropathy ภาวะโปรตีนรั่วจากหลอดเลือด เช่น
chylothorax, chylous ascites เป็นต้น แต่หากให้ในปริมาณที่มากเกินไป อาจเกิดผลเสีย ได้แก่ ภาวะเลือดเป็น
กรด แอมโมเนีย และยูเรียคั่งในเลือด ซึ่งมักพบในทารกแรกเกิดก่อนกำหนดที่ได้รับกรดอะมิโนมากกว่า 4 กรัมต่อ
น้ำหนักตัว 1 กก.ต่อวัน^(1,2) ภาวะตับทำงานผิดปกติจากการให้อาหารทางหลอดเลือด (parenteral nutrition-
associated liver disease; PNALD) และภาวะสูญเสียแคลเซียมทางปัสสาวะ (hypercalciuria)

4. ILEs และความเสี่ยงต่อการเกิด sepsis

ตอบ ข้อมูลในปัจจุบันพบว่าการได้รับ ILEs ในรูปแบบ all-in-one PN admixtures ไม่ทำให้เพิ่มความเสี่ยงต่อ
การติดเชื้อในกระแสเลือด⁽³⁾ และไม่พบการเปลี่ยนแปลงของระบบภูมิคุ้มกันในเด็กที่ได้รับ long-chained
triglyceride-based ILE หลังผ่าตัด⁽⁴⁾ นอกจากนั้นหลักฐานที่ได้จากการทบทวนแบบมีระบบพบว่าการให้ ILEs
ชนิดต่าง ๆ ไม่ส่งผลให้มีความแตกต่างของการเกิด sepsis ในทารกเกิดก่อนกำหนดเมื่อเปรียบเทียบกับ SO-
based ILE⁽⁵⁾

5. ILEs และภาวะ intestinal failure-associated liver disease

ตอบ ปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดภาวะ intestinal failure-associated liver disease (IFALD) หรือเรียกว่า parenteral nutrition-associated liver disease (PNALD) ได้แก่ ทารกเกิดก่อนกำหนด ทารกที่ไม่ได้รับอาหารผ่านทางระบบทางเดินอาหารเป็นระยะเวลานาน ภาวะที่ทำให้สูญเสีย enterohepatic cycle จากการผ่าตัดลำไส้เล็กส่วน ileum หรือผ่าตัดรักษาด้วยการทำ ileostomy, repeated sepsis, และภาวะลำไส้สั้น นอกจากนี้การได้รับปริมาณ SO-ILEs มากเกิน 1 กรัม/กก./วัน และเป็นเวลานานมีความสัมพันธ์กับการเกิด PNALD cholestasis^(6, 7)

ข้อมูลจากหลักฐานที่ได้จากการทบทวนแบบมีระบบและการวิเคราะห์แปรฐานของการศึกษาแบบกลุ่มตัวอย่าง-ควบคุม โดย ESPGHAN Committee on Nutrition พบว่าการเกิด cholestasis ในทารกแรกเกิดก่อนกำหนด ทารกแรกเกิดครบกำหนด ทารก และเด็กโตไม่แตกต่างกันในกลุ่มที่ได้รับ ILEs ชนิดต่าง ๆ ในระยะสั้น ซึ่งข้อมูลดังกล่าวมาจากการวิจัยที่มีระยะเวลาศึกษาเป็นเวลานานไม่เกิน 4 สัปดาห์ จึงยังไม่แนะนำ ILEs ชนิดใดอย่างจำเพาะเจาะจงในการใช้ระยะสั้นเพื่อการป้องกันหรือรักษา PNALD (A1, -) แต่แนะนำการใช้ composite ILEs ที่มี FO สำหรับผู้ป่วยทารกและเด็กโตที่มีภาวะ intestinal failure ที่ต้องการอาหารทางหลอดเลือดดำเป็นระยะเวลานาน (มากกว่าหรือเท่ากับ 4 สัปดาห์) เนื่องจากสามารถช่วยลดระดับบิลิรูบินในเลือด⁽⁸⁾ (A1, +)

นอกจากนั้นข้อมูลจากหลักฐานที่ได้จากการทบทวนแบบมีระบบโดย Kapoor และคณะ เกี่ยวกับการใช้ ILEs ในทารกแรกเกิดก่อนกำหนด พบว่าผลของ ILEs ชนิดต่าง ๆ ทั้งที่มีหรือไม่มี FO ในการป้องกันภาวะ cholestasis นั้น ไม่มีความแตกต่างกัน แต่ไม่ได้วิเคราะห์ประเด็นเกี่ยวกับระยะเวลาที่ทารกได้รับ ILEs⁽⁹⁾

6. ILEs และภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิด

ตอบ

In vitro study

การศึกษาทางห้องปฏิบัติการพบว่ากรดไขมันอิสระที่เกิดจาก ILEs จะจับกับแอลบูมิน ซึ่งจะทำให้บิลิรูบินอิสระไม่สามารถจับกับแอลบูมิน โดยพบเมื่ออัตราส่วนของกรดไขมันอิสระต่อแอลบูมิน (โมลต่อโมล) มีค่ามากกว่า 5 ต่อ 1⁽¹⁰⁾

In vivo studies

การให้ ILEs ในปริมาณ 3.25 กรัม/กก./วัน ส่งผลให้อัตราส่วนของกรดไขมันอิสระต่อแอลบูมิน (โมลต่อโมล) มีค่าไม่เกิน 4 ต่อ 1 ดังนั้นการให้ ILEs ปริมาณ 3-4 กรัม/กก./วัน จึงมีความเป็นไปได้ยากที่จะส่งผลต่อการเพิ่มอุบัติการณ์ของการเกิดภาวะ hyperbilirubinemia หรือ kernicterus⁽¹¹⁾

การศึกษาทารกเกิดก่อนกำหนดที่ได้รับ SO-based ILEs โดยค่อย ๆ เพิ่มจาก 1 กรัม/กก./วัน ไปเป็น 4 กรัม/กก./วัน และ 4 กรัม/กก./วัน ตั้งแต่วันแรก พบว่าค่าบิลิรูบินอิสระไม่แตกต่างกันในแต่ละวันรวมทั้งในแต่ละกลุ่มที่ได้รับ ILEs ในอัตราเร็วที่ต่างกัน⁽¹²⁾ และไม่พบความแตกต่างของค่าบิลิรูบินอิสระระหว่างกลุ่มในการศึกษา ILEs ชนิดอื่น เช่น SO-based plus carnitine ILE, SO-based ILE, และ MCT/LCT-based ILE ในปริมาณ 0.5-2.5 กรัม/กก./วัน⁽¹³⁾ นอกจากนั้นระยะเวลาที่ได้รับการบำบัดด้วยแสง (phototherapy) ในทารกเกิดก่อนกำหนดไม่มีความแตกต่างกันในกลุ่มที่ได้รับ FO-based ILE และ SO-based ILE ปริมาณ 3 กรัม/กก./วัน เป็นระยะเวลา 14 วัน⁽¹⁴⁾

แต่อย่างไรก็ตามการให้ ILEs แก่ทารกแรกเกิดก่อนกำหนดที่มีภาวะ indirect hyperbilirubinemia ควรใช้เวลาในการบริหารยา 24 ชั่วโมง ซึ่งจะทำให้ระดับบิลิรูบินอิสระในเลือดไม่มีความแปรปรวนในระหว่างวัน⁽¹²⁾

7. ILEs และความเสี่ยงต่อภาวะแทรกซ้อนในทารกแรกเกิดก่อนกำหนด

ตอบ หลักฐานที่ได้จากการทบทวนแบบมีระบบพบว่าทารกแรกเกิดก่อนกำหนดที่ได้รับ ILEs ภายในเวลา 5 วัน หลังเกิด ไม่มีความแตกต่างในด้านการเจริญเติบโต อัตราการตาย อุบัติการณ์ของการเกิด chronic lung disease, pneumothorax, pulmonary hemorrhage, pulmonary interstitial emphysema, NEC, ROP, PDA, sepsis, IVH, ภาวะตัวเหลืองที่ต้องรักษาด้วย phototherapy หรือ exchange transfusion ระยะเวลาการใช้เครื่องช่วยหายใจ และความต้องการออกซิเจน เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับ ILEs ตั้งแต่อายุ 6 วัน ถึง 14 วัน⁽¹⁵⁾

การวิเคราะห์พื้นฐานของการศึกษาแบบกลุ่มตัวอย่าง-ควบคุม พบว่าทารกแรกเกิด VLBW ที่ได้รับ ILEs ภายในเวลา 2 วันหลังเกิด ไม่มีความแตกต่างในด้านการเจริญเติบโต อัตราการตาย อุบัติการณ์ของการเกิด BPD, NEC, ROP, PDA, sepsis, IVH, ภาวะตัวเหลืองที่ต้องการการรักษาด้วย phototherapy หรือ exchange transfusion, PNALD, EFAD, hypertriglyceridemia, hypoglycemia, hyperglycemia, lipid peroxidation ระยะเวลาการใช้เครื่องช่วยหายใจ ความต้องการออกซิเจน และ long-term neurodevelopmental outcome เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับ ILEs ภายหลังจากอายุ 2 วัน⁽¹⁶⁾

8. ควรปรับเพิ่มปริมาณการให้สารละลายกลูโคสทางหลอดเลือดดำอย่างไร

ตอบ ควรปรับเพิ่มครั้งละ 2-3 กรัม/กก./วัน จากอัตราการให้สารละลายกลูโคสทางหลอดเลือดดำก่อนหน้า โดยทำการตรวจติดตามระดับน้ำตาลในเลือดหลังจากมีการปรับเพิ่มอัตราการให้สารละลายกลูโคสทางหลอดเลือดดำไปแล้ว 2 ชั่วโมง⁽¹⁷⁾

9. ควรเลือกให้สารละลายชนิดใดในการให้ได้ปริมาณโซเดียมตามความต้องการเพื่อทดแทนการสูญเสีย

โซเดียมจากร่างกาย โดยปริมาณเกลือแร่อื่น ๆ ไม่เกินความต้องการ

ตอบ เนื่องจากการให้สารน้ำเพื่อทดแทนปริมาณโซเดียมที่มีการสูญเสียจากร่างกายด้วย sodium chloride เพียงอย่างเดียวอาจทำให้เกิดการสะสมของคลอไรด์จนทำให้ระดับคลอไรด์ในเลือดสูงและมีภาวะเลือดเป็นกรดได้ (metabolic acidosis) ดังนั้นจึงควรมีการให้สารน้ำเพื่อทดแทนปริมาณโซเดียมที่สูญเสียจากร่างกายด้วยสารน้ำชนิดอื่นด้วย เช่น sodium acetate และ sodium glycerophosphate เป็นต้น^(18,19)

10. กรณีที่ผู้ป่วยมีความต้องการแคลเซียมและฟอสฟอรัสขนาดสูง เช่น ทารกเกิดก่อนกำหนด แต่สถานพยาบาลไม่มีฟอสฟอรัสในรูปแบบเกลืออินทรีย์ สามารถให้อาหารทางหลอดเลือดดำที่มีส่วนประกอบของแคลเซียมหรือฟอสฟอรัสในรูปแบบเกลืออนินทรีย์โดยแยกกันให้ สลับช่วงเวลา เพื่อให้ได้รับแคลเซียมและฟอสฟอรัสเพียงพอและแก้ปัญหาการตกตะกอนจากการได้รับแคลเซียม ฟอสฟอรัสในรูปแบบเกลืออนินทรีย์พร้อมกันได้หรือไม่

ตอบ ไม่แนะนำการให้แคลเซียมและฟอสฟอรัสแยกกันโดยสลับช่วงเวลา เนื่องจากทำให้เกิด bone mineral accretion ไม่ดีเท่ากับการให้ในเวลาเดียวกัน ซึ่งเห็นได้จากการศึกษาของ Kimura และคณะเมื่อปี ค.ศ. 1986 ทำการศึกษาในเด็กอายุระหว่าง 2-36 เดือนจำนวน 8 คน โดยแต่ละคนจะได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำทั้งหมด 3 สูตรโดยแต่ละสูตรมีพลังงาน โปรตีน สารอาหารหลักและสารอาหารรองชนิดอื่น ๆ เท่ากัน แตกต่างกันที่สูตรแรกจะให้แคลเซียมปริมาณ 533 มก./ล แต่ไม่มีฟอสฟอรัส สูตรที่ 2 จะมีฟอสฟอรัสปริมาณ 413 มก./ล แต่ไม่มีแคลเซียม และสูตรที่ 3 มีทั้งแคลเซียม 267 มก./ล. และฟอสฟอรัส 207 มก./ล. ทั้งนี้เด็กทุกคนได้อาหารทางหลอดเลือดดำสูตรที่ 1 และ 2 สลับวันเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 1 สัปดาห์ และได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำสูตรที่ 3 ต่อเนื่องกันทุกวันอย่างน้อย 1 สัปดาห์เช่นกัน ผลการศึกษาพบว่า วันที่ให้อาหารทางหลอดเลือดดำสูตรที่ 1

ตรวจพบว่ามีภาวะฟอสฟอรัสต่ำในเลือดและแคลเซียมสูงในเลือด ในทางตรงกันข้าม เมื่อให้อาหารทางหลอดเลือดดำสูตรที่ 2 ก็พบว่าผู้ป่วยมีภาวะแคลเซียมต่ำในเลือดและฟอสฟอรัสสูงในเลือด ซึ่งแตกต่างจากช่วงที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำสูตรที่ 3 โดยพบว่าร่างกายสามารถรักษาระดับแคลเซียมและฟอสฟอรัสในเลือดให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ นอกจากนี้การให้อาหารทางหลอดเลือดดำที่มีแคลเซียมและฟอสฟอรัสในขวดเดียวกันยังทำให้เกิด Ca and P retention ได้สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรให้อาหารทางหลอดเลือดดำชนิดที่ให้แคลเซียมและฟอสฟอรัสสลับวัน (20)

11. การให้สังกะสีเพิ่มในอาหารทางหลอดเลือดดำควรให้เมื่อใด และสามารถให้เพิ่มได้อย่างไร

ตอบ ควรให้ในทารกเกิดก่อนกำหนด เนื่องจากปริมาณสังกะสีที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ trace elements สำหรับใช้ในอาหารทางหลอดเลือดดำของเด็กที่มีใช้ในประเทศไทย ไม่เพียงพอต่อความต้องการของทารกเกิดก่อนกำหนด (ภาคผนวก) และควรพิจารณาให้สังกะสีเพิ่มในทารกและเด็กที่มีการสูญเสียสังกะสี เช่น ทารกและเด็กที่มีท้องร่วงรุนแรง มีบาดแผลไฟไหม้เป็นบริเวณกว้าง ผลิตภัณฑ์สังกะสีสำหรับใช้ในอาหารทางหลอดเลือดดำ มีการผลิตและใช้ในโรงพยาบาลหลายแห่ง (ภาคผนวก)

12. หากในสถานพยาบาลไม่มีผลิตภัณฑ์วิตามินทางหลอดเลือดดำสำหรับเด็กตามอายุ ควรทำอย่างไร

ตอบ ควรเลือกใช้ผลิตภัณฑ์วิตามินทางหลอดเลือดดำสำหรับเด็กตามอายุ เนื่องจากมีขนาดเหมาะสมกับความ ต้องการของเด็กตามช่วงอายุและไม่มีสารกันเสีย หากมีความจำเป็น อาจพิจารณาให้สารละลายวิตามินสำหรับผู้ใหญ่ โดยพิจารณาเทียบปริมาณจากความต้องการวิตามินตามคำแนะนำ โดยเฉพาะวิตามินเอและเค

13. การให้ cyclic parenteral nutrition ควรให้ในระยะเวลาเท่าใด และมีแนวทางปรับระยะเวลาการให้อย่างไร

ตอบ ระยะเวลาที่เหมาะสมในการให้ cyclic parenteral nutrition มีความแตกต่างกันในผู้ป่วยแต่ละราย ซึ่งขึ้นกับอายุ ภาวะโภชนาการ และปริมาณอาหารที่รับได้ผ่านทางเดินอาหาร โดยทั่วไปเด็กที่มีอาการทางคลินิกคงที่ มักสามารถทนต่อการให้อาหารทางหลอดเลือดดำในระยะเวลา 10-14 ชั่วโมงต่อวันได้ โดยการเริ่ม cyclic parenteral nutrition อาจค่อย ๆ ปรับลดระยะเวลาที่ให้อาหารทางหลอดเลือดดำลงครั้งละ 1-2 ชั่วโมง ทุก ๆ 1-2 วัน ติดตามอาการ ภาวะสารน้ำในร่างกาย ระดับน้ำตาลในเลือด และคำนวณอัตราการให้โพแทสเซียม dextrose และ intravenous lipid emulsion โดยคำนวณเป็นอัตราการให้ต่อชั่วโมง เพื่อไม่ให้อัตราไหลสูงจนเกิดอันตราย

14. หากเกิด CRBSI เมื่อใดจึงควรถอดสายสวนหลอดเลือดดำออก

ตอบ ควรถอดสายสวนหลอดเลือดดำออก ในกรณีมีอาการทางคลินิกแย่งหรือไม่ดีขึ้น ไม่สามารถกำจัดเชื้อแบคทีเรียจากกระแสเลือด 72 ชั่วโมงหลังเริ่มการรักษา มีภาวะแทรกซ้อนจากการติดเชื้อ เช่น suppurative thrombophlebitis, endocarditis หรือ osteomyelitis หรือกรณีพบเชื้อก่อโรคชนิด *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas* หรือ *Candida species*

15. สามารถผสมยาหรือเติมส่วนผสมอื่นลงในอาหารทางหลอดเลือดดำแบบ 3-in-1 ได้หรือไม่

ตอบ การผสมยาลงในอาหารทางหลอดเลือดดำเป็นสิ่งที่ควรหลีกเลี่ยง เว้นแต่มีข้อมูลการศึกษาความเข้ากันได้จากบริษัทผู้ผลิตหรือข้อมูลจากการศึกษาที่เชื่อถือได้ ทั้งนี้ขึ้นกับความเข้มข้นของยาและส่วนประกอบของอาหารทางหลอดเลือดดำเป็นหลัก หากผู้ใช้ต้องการเติมอิเล็กโทรไลต์หรือสารอื่น ๆ ลงในอาหารทางหลอดเลือดดำ ควรอ้างอิงปริมาณสูงสุดที่เติมได้จากบริษัทผู้ผลิต

เอกสารอ้างอิง

1. Lee BS. Nutritional strategy of early amino acid administration in very low birth weight infants. *Korean Journal of Pediatrics*. 2015;58:77-83.
2. Blanco CL, Falck A, Green BK, Cornell JE, Gong AK. Metabolic responses to early and high protein supplementation in a randomized trial evaluating the prevention of hyperkalemia in extremely low birth weight infants. *The Journal of pediatrics*. 2008;153:535-40.
3. Pontes-Arruda A, Liu FX, Turpin RS, Mercaldi CJ, Hise M, Zaloga G. Bloodstream infections in patients receiving manufactured parenteral nutrition with vs without lipids: is the use of lipids really deleterious? *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2012;36(4):421-30.
4. Li X, Ying J, Zeng S, Li Y, Yang H, Shen L, et al. The effects of a short-term long-chain-triglyceride infusion on the postoperative immune function of pediatric patients receiving a gastrointestinal surgical procedure. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2008;32(1):72-7.
5. Kapoor V, Glover R, Malviya MN. Alternative lipid emulsions versus pure soy oil based lipid emulsions for parenterally fed preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015(12):CD009172.
6. Cavicchi M, Beau P, Crenn P, Degott C, Messing B. Prevalence of liver disease and contributing factors in patients receiving home parenteral nutrition for permanent intestinal failure. *Ann Intern Med*. 2000;132(7):525-32.

7. Colomb V, Jobert-Giraud A, Lacaille F, Goulet O, Fournet JC, Ricour C. Role of lipid emulsions in cholestasis associated with long-term parenteral nutrition in children. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2000;24(6):345-50.
8. Hojsak I, Colomb V, Braegger C, Bronsky J, Campoy C, Domellof M, et al. ESPGHAN Committee on Nutrition Position Paper. Intravenous Lipid Emulsions and Risk of Hepatotoxicity in Infants and Children: a Systematic Review and Meta-analysis. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2016;62(5):776-92.
9. Kapoor V, Malviya MN, Soll R. Lipid emulsions for parenterally fed preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev.* 2019;6:CD013163.
10. Odell GB, Cukier JO, Ostrea EM, Jr., Maglalang AC, Poland RL. The influence of fatty acids on the binding of bilirubin to albumin. *J Lab Clin Med.* 1977;89(2):295-307.
11. Lapillonne A, Fidler Mis N, Goulet O, van den Akker CHP, Wu J, Koletzko B, et al. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Lipids. *Clin Nutr.* 2018;37(6 Pt B):2324-36.
12. Brans YW, Ritter DA, Kenny JD, Andrew DS, Dutton EB, Carrillo DW. Influence of intravenous fat emulsion on serum bilirubin in very low birthweight neonates. *Arch Dis Child.* 1987;62(2):156-60.
13. Rubin M, Naor N, Sirota L, Moser A, Pakula R, Harell D, et al. Are bilirubin and plasma lipid profiles of premature infants dependent on the lipid emulsion infused? *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 1995;21(1):25-30.

14. Skouroliahou M, Konstantinou D, Koutri K, Kakavelaki C, Stathopoulou M, Antoniadis M, et al. A double-blind, randomized clinical trial of the effect of omega-3 fatty acids on the oxidative stress of preterm neonates fed through parenteral nutrition. *Eur J Clin Nutr.* 2010;64(9):940-7.
15. Simmer K, Rao SC. Early introduction of lipids to parenterally-fed preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev.* 2005(2):CD005256.
16. Vlaardingerbroek H, Veldhorst MA, Spronk S, van den Akker CH, van Goudoever JB. Parenteral lipid administration to very-low-birth-weight infants--early introduction of lipids and use of new lipid emulsions: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr.* 2012;96(2):255-68.
17. Mesotten D, Joosten K, van Kempen A, Verbruggen S; ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN working group on pediatric parenteral nutrition. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Carbohydrates. *Clin Nutr.* 2018;37:2337-43.
18. Kermorvant-Duchemin E, Iacobelli S, Eleni-Dit-Trolli S, Bonsante F, Kermorvant C, Sarfati G, et al. Early chloride intake does not parallel that of sodium in extremely-low-birth-weight infants and may impair neonatal outcomes. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2012 May;54(5):613e9.
19. Iacobelli S, Kermorvant-Duchemin S, Bonsante F, Lapillonne A, Gouyon JB. Chloride balance in preterm infants during the first week of life. *Int J Pediatr* 2012:931597.

20. Kimura S, Nose O, Seino Y, Harada T, Kanaya S, Yabuuchi H, et al. Effects of alternate and simultaneous administrations of calcium and phosphorus on calcium metabolism in children receiving total parenteral nutrition. J Parenter Enteral Nutr. 1986;10:513-6.

ร่างเพื่อประชาสัมพันธ์