



## Artículo especial

## Consenso español sobre preparación de mezclas de nutrientes parenterales: aspectos generales☆

David Berlana<sup>a,\*</sup>, Pilar Gomis Muñoz<sup>b</sup>, Natividad Lago<sup>c,d,e</sup>, Amelia María Chica Marchal<sup>f</sup>, Marta Ubeira Iglesias<sup>g</sup>, Amparo Vázquez Polo<sup>h</sup> y Consuelo Pellicer Franco<sup>i</sup>, en nombre del Grupo de Trabajo de Farmacia de la Sociedad Española de Nutrición Clínica y Metabolismo (SENPE) y el Grupo de Trabajo de Nutrición Clínica de la Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria (SEFH)

<sup>a</sup> Servicio de Farmacia, Hospital Universitari Vall d'Hebron, Barcelona, España

<sup>b</sup> Servicio de Farmacia, Hospital Universitario 12 de Octubre, Madrid, España

<sup>c</sup> Servicio de Farmacia, Complejo Hospitalario Universitario de Vigo, Vigo, España

<sup>d</sup> Grupo de Investigación Innovación en Farmacia Clínica (i-FARMA-Vigo), Pontevedra, España

<sup>e</sup> Instituto de Investigación Sanitaria Galicia Sur (IIS Galicia Sur), SERGAS-UVIGO, Vigo, Pontevedra, España

<sup>f</sup> Servicio de Farmacia, Hospital General Universitario Santa Lucía, Cartagena, Murcia, España

<sup>g</sup> Servicio de Farmacia, Hospital Universitario de Burgos, Burgos, España

<sup>h</sup> Servicio de Farmacia, Hospital Universitari i Politènic La Fe, Valencia, España

<sup>i</sup> Servicio de Farmacia, Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca, Murcia, España

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

#### Historia del artículo:

Recibido el 16 de noviembre de 2025

Aceptado el 3 de febrero de 2026

On-line el 17 de abril de 2026

#### Palabras clave:

Nutrición parenteral

Estabilidad

Compatibilidad

Seguridad

### RESUMEN

La nutrición parenteral constituye una terapia compleja, especialmente en pacientes pediátricos y críticos, cuya preparación exige estándares rigurosos de seguridad, estabilidad y compatibilidad. Con el objetivo de actualizar y estandarizar la práctica, el Grupo de Trabajo de Farmacia de la Sociedad Española de Nutrición Clínica y Metabolismo y la Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria han desarrollado un nuevo consenso multidisciplinar. Este documento responde a preguntas clave y aporta recomendaciones prácticas basadas en evidencia científica y experiencia clínica.

El consenso aborda 6 áreas fundamentales dentro de la preparación de la nutrición parenteral: estabilidad de la emulsión lipídica y procesos de peroxidación; riesgo de precipitación calcio-fosfato; estabilidad de aminoácidos, vitaminas y oligoelementos; orden de adición, control de calidad y etiquetado; automatización y uso de bolsas multicámara; y compatibilidad entre nutrición parenteral y fármacos.

Se presentan estrategias para minimizar riesgos de inestabilidad física y química, así como directrices sobre técnicas analíticas, orden de adición de componentes y medidas preventivas frente a procesos de inestabilización. El documento representa una guía práctica, útil para profesionales que elaboran o administran nutrición parenteral en diversos entornos asistenciales. Las recomendaciones se han desarrollado mediante metodología de consenso (técnica Delphi adaptada), y se ha alcanzado la unanimidad entre los expertos participantes. Este trabajo constituye una herramienta de referencia que promueve la seguridad, la calidad y la eficiencia en la preparación de nutrición parenteral en España.

© 2026 Los Autores. Publicado por Elsevier España S.L.U. en nombre de SEFH y by Arán Ediciones S.L. en nombre de SENPE. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

☆ Este artículo ha sido elaborado conjuntamente por Farmacia Hospitalaria y Nutrición Hospitalaria, y publicado conjuntamente por Elsevier España S.L.U. y Arán Ediciones S.L. Los artículos son idénticos, salvo por pequeñas diferencias estilísticas y ortográficas, en consonancia con el estilo de cada revista. Se puede utilizar cualquiera de las dos citas para referirse a este artículo.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [dberlana@gmail.com](mailto:dberlana@gmail.com) (D. Berlana).

## Spanish consensus on the preparation of parenteral nutrient mixtures – General aspects

### A B S T R A C T

#### Keywords:

Parenteral nutrition  
Stability  
Compatibility  
Safety

Parenteral nutrition is a complex therapeutic intervention, particularly in pediatric and critically ill patients, requiring strict standards of safety, stability, and compatibility during its preparation. To update and harmonize clinical practice, the Pharmacy Working Group of the Spanish Society of Clinical Nutrition and Metabolism and the Spanish Society of Hospital Pharmacy have developed a new multidisciplinary consensus. This document addresses key practical questions and provides recommendations grounded in scientific evidence and clinical experience.

The consensus focuses on six key areas related to parenteral nutrition preparation: lipid emulsion stability and lipid peroxidation; calcium-phosphate precipitation risk; stability of amino acids, vitamins, and trace elements; quality control and labeling; automated compounding systems and multi-chamber bags; and drug-parenteral nutrition compatibility. It outlines strategies to minimize physicochemical instability, including guidelines on analytical techniques, the recommended sequence of component addition, and preventive measures to avoid destabilization phenomena.

This document serves as a practical guide for healthcare professionals involved in the compounding and administration of parenteral nutrition across various clinical settings. Recommendations were developed using a structured consensus methodology (adapted Delphi technique) and were unanimously endorsed by all participating experts. The result is a reference tool that supports safety, quality, and efficiency in parenteral nutrition preparation throughout Spain.

© 2026 The Author(s). Published by Elsevier España S.L.U. on behalf of SEFH and by Arán Ediciones S.L. on behalf of SENPE. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

### Introducción

La nutrición parenteral (NP) es una importante terapia nutricional tanto en pediatría como en adultos, indicada en pacientes que no pueden ser nutridos por vía enteral. Es una mezcla compleja formada por más de 50 componentes que interactúan entre sí<sup>1,2</sup>. La complejidad de la terapia nutricional intravenosa en forma de NP hace que sea necesario tener una guía práctica actualizada para los profesionales. Este documento de consenso de preparación de mezclas intravenosas de NP resume las recomendaciones formuladas por el Grupo de Trabajo de Farmacia de la Sociedad Española de Nutrición Clínica y Metabolismo (SENPE), así como las del Grupo de Nutrición Clínica de la Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria (SEFH), representado por el grupo de farmacéuticos de hospital que firma el documento. Este artículo incluye respuestas a preguntas clave con el fin de servir de guía en la preparación de NP, y genera recomendaciones que se formularon a modo de consenso basadas en la evidencia clínica y científica existente, así como en la experiencia práctica de los firmantes.

El objetivo principal del documento es desarrollar recomendaciones de consenso para abordar cuestiones prácticas y clínicas comunes relacionadas con la preparación de NP en todos sus ámbitos, que se desglosan en los siguientes temas:

- Estabilidad de la emulsión lipídica y procesos de peroxidación.
- Precipitación de calcio-fosfato.
- Estabilidad de aminoácidos, vitaminas y oligoelementos.
- Orden de adición, control de calidad y etiquetado de NP.
- Sistemas automatizados de preparación y bolsas multicámara.
- Compatibilidad entre NP y fármacos.

Además de la actualización del documento de consenso de 2008, el objetivo principal fue también ofrecer una orientación práctica y recomendaciones consensuadas sobre todos los aspectos que engloban la preparación de NP en diversas poblaciones y situaciones prácticas<sup>3</sup>. El formato y diseño para el desarrollo de este documento se realizaron para fomentar el debate interactivo y la creación de consenso. Las declaraciones de consenso resultantes representan la opinión colectiva de todos los firmantes, fundamentada y respaldada por la evidencia científica y la experiencia práctica y clínica. Este artículo resume los

aspectos más destacados de las declaraciones del documento de consenso.

### Métodos

Se constituyó un comité directivo compuesto por farmacéuticos hospitalarios con experiencia en NP, seleccionados por su actividad en los grupos de trabajo de la SENPE y la SEFH. Los participantes del consenso fueron invitados formalmente a través de las redes profesionales de SENPE y SEFH; la participación fue voluntaria, con el fin de desarrollar una actualización del documento de consenso de preparación de mezclas intravenosas de 2008<sup>3</sup>.

Las declaraciones de consenso se elaboraron mediante una versión adaptada de la técnica Delphi<sup>4</sup>. Aunque no se realizó una revisión sistemática formal, cada tema fue desarrollado por un autor experto basándose en una revisión crítica de la literatura relevante y en la experiencia clínica. Cada uno de los temas presentados fue inicialmente desarrollado por un participante experto en la materia, en el que se resumían el estado actual del conocimiento y las recomendaciones más relevantes. Este primer documento de cada tema fue discutido por todos los miembros en mesa redonda para identificar las cuestiones prioritarias y elaborar los correspondientes borradores de declaraciones de consenso.

Cada borrador se expuso a consenso para el desarrollo final de las recomendaciones. Los temas se debatieron en sesiones estructuradas en grupo, aunque no se utilizaron cuestionarios estandarizados ni rondas numéricas formales. Las declaraciones de consenso se refinaron a lo largo de varias rondas de debate y se devolvieron versiones comentadas para su revisión y aprobación. Al finalizar cada ronda de debate, se desarrolló el documento final con el consenso del 100% de los participantes. Este consenso no fue registrado en ninguna plataforma pública de registro de protocolos. El desarrollo del consenso se llevó a cabo entre enero de 2022 y febrero de 2025, mediante reuniones virtuales periódicas de los participantes.

### Resultados

Todos los firmantes del presente documento en representación del Grupo de Trabajo de Farmacia de la SENPE, así como del Grupo de Trabajo de Nutrición Clínica de la SEFH, estuvieron de acuerdo con

todas las declaraciones de consenso que se desarrollaron y se explican a continuación. En esta sección de resultados se resumen los aspectos más destacados de cada una de las temáticas abordadas.

#### Estabilidad de la emulsión lipídica y procesos de peroxidación

Las emulsiones lipídicas son dispersiones de glóbulos grasos estabilizadas con fosfolípidos derivados de lecitina de huevo. Su estabilidad se ve comprometida por múltiples factores que favorecen la agregación, coalescencia y rotura (*cracking*), generando riesgo clínico, especialmente en neonatos<sup>5,6</sup>. La desestabilización de la emulsión lipídica comienza con floculación, seguida de «*creaming*» y coalescencia. La formación de glóbulos >5 µm puede obstruir la microvasculatura pulmonar. Sobre los factores que condicionan la estabilidad, destaca el pH (óptimo 6–9), la composición de aminoácidos, la concentración de glucosa, electrólitos, el tipo y la cantidad de lípidos, el orden de adición y las condiciones de temperatura y almacenamiento<sup>5–7</sup>. Los aminoácidos tienen un papel estabilizador gracias a su capacidad tampón y su interacción con iones divalentes, mientras que electrólitos como hierro, calcio y magnesio tienden a desestabilizar la emulsión<sup>8</sup>.

Respecto a las técnicas para detectar inestabilidad, se recomienda, además de una inspección visual, complementarla con microscopía óptica o bien con otras técnicas como la dispersión dinámica de luz. Los parámetros clave incluyen pH, osmolaridad, número de agregación crítica y porcentaje de glóbulos mayores de 5 µm, cuya elevación indica riesgo de separación de fases<sup>9,10</sup>.

La formación de peróxidos es otro problema que se observa en las mezclas de NP<sup>11</sup>. Los peróxidos se producen por la acción del oxígeno junto con la exposición a la luz o a altas temperaturas. Los lípidos son los componentes más susceptibles a la peroxidación, pero este fenómeno también puede producirse en mezclas de NP sin lípidos que contienen aminoácidos y vitaminas, potenciado por la presencia de oligoelementos<sup>11,12</sup>. Estos radicales son perjudiciales al producir daño tisular e inflamación sistémica, especialmente en prematuros de bajo peso debido a sus inmaduros sistemas enzimáticos y a las condiciones ambientales en las que se encuentran.

En términos generales, los factores que tienen mayor influencia en la estabilidad de la emulsión lipídica son<sup>7,13,14</sup>:

- **pH de la solución:** la disminución del pH reduce la estabilidad de la emulsión al disminuir la carga negativa de los fosfolípidos.
- **Concentración de aminoácidos:** los aminoácidos estabilizan las mezclas ternarias frente a los efectos floculantes de los electrólitos y la glucosa.
- **Concentración de glucosa:** la glucosa, cuando se añade directamente a la emulsión lipídica, puede desestabilizar la emulsión.
- **Concentración de electrólitos:** al aumentar la carga electrolítica positiva, disminuye la estabilidad de la emulsión, ya que los cationes neutralizan la carga negativa presente en la superficie de los glóbulos lipídicos.
- **Concentración de lípidos:** se ha observado que concentraciones muy pequeñas de lípidos también pueden desestabilizar la emulsión.
- **Tipo de lípidos:** la estabilidad de la emulsión lipídica depende en gran parte del tipo y proporción de ácidos grasos incorporados. Las emulsiones de triglicéridos de cadena larga (TCL) parecen ser menos estables que las que incluyen triglicéridos de cadena media (TCM) en diferentes proporciones, las que contienen lípidos estructurados o las basadas en aceite de oliva o de pescado.
- **Orden de adición:** se recomienda mezclar primero los aminoácidos y la glucosa e introducir en último lugar las grasas, para minimizar el efecto desestabilizante del pH ácido de la glucosa.
- **Temperatura y tiempo:** temperaturas extremas y tiempos prolongados de almacenamiento/administración pueden disminuir la estabilidad.

En cuanto a las principales recomendaciones para mantener la estabilidad de la emulsión lipídica de la NP, se destacan las siguientes<sup>7,12,14–16</sup>:

- No mezclar directamente glucosa y lípidos sin la presencia de aminoácidos para evitar la desestabilización de la emulsión.
- Se recomienda mezclar primero aminoácidos y glucosa, el resto de los componentes y, en último lugar, vitaminas liposolubles y la emulsión lipídica para facilitar la inspección visual.
- No añadir nunca electrólitos directamente a la emulsión lipídica.
- Utilizar como fuente lipídica las emulsiones más estables con TCM en diferentes proporciones, las basadas en aceite de oliva o pescado (evitar en la medida de lo posible el uso de emulsiones de 100% de TCL).
- No preparar NP ternarias con bajas concentraciones de glucosa.
- No utilizar mezclas ternarias cuando haya riesgo de desestabilización. La NP es una mezcla muy compleja cuya estabilidad está condicionada por múltiples interacciones químicas y físicas, y cuyo estudio es complejo. De manera que las concentraciones extremas de macronutrientes o micronutrientes son, en general, desaconsejadas.
- Controlar las condiciones ambientales de elaboración, conservación y administración de las mezclas de NP, para minimizar la peroxidación.
- Utilizar bolsas multicapa, proteger de la luz y conservar las mezclas en la nevera.
- Minimizar la entrada de oxígeno en la bolsa y durante la elaboración y la administración.
- Utilizar sistemas de administración opacos que protejan de la acción de la luz, especialmente en la población pediátrica.

Existen unas concentraciones máximas de electrólitos, a modo de intervalos «seguros», diferenciando entre sales orgánicas e inorgánicas de calcio y fósforo según la concentración de aminoácidos<sup>7</sup>. Durante la preparación, debe evitarse la mezcla de lípidos con soluciones ácidas o con cationes divalentes, siguiendo protocolos estandarizados y utilizando métodos de aditivación adecuados<sup>7,15,17</sup>. El conocimiento de estas recomendaciones y su puesta en práctica permiten mejorar la estabilidad y seguridad de las mezclas de NP en la práctica clínica.

#### Precipitación de calcio-fosfato en nutrición parenteral

La formación de precipitados de fosfato cálcico es una de las complicaciones más importantes en la formulación de mezclas de NP, especialmente en neonatología; puede generar consecuencias fatales, como embolias pulmonares, si se administran partículas superiores a 5–6 µm<sup>18,19</sup>.

Entre los elementos más importantes destaca la selección de las formas químicas de calcio y fósforo. Las sales orgánicas como el gluconato cálcico y el glicerofosfato sódico muestran una menor tendencia a precipitar, incluso a concentraciones elevadas<sup>19–21</sup>. En contraste, el uso de sales inorgánicas (como el fosfato mono/dibásico o el cloruro cálcico) debe manejarse con cautela. Las principales especies implicadas en la precipitación son el fosfato cálcico monobásico y dibásico, siendo este último significativamente menos soluble. A pH menores de 6,4 predomina el fosfato monobásico, forma más soluble, mientras que pH más alcalinos favorecen la formación del fosfato dibásico y, por ende, la precipitación. Los factores más determinantes en la formación de precipitados son: la concentración y tipo de calcio y fósforo, el pH de la mezcla, la temperatura (más crítica en unidades neonatales), el orden de adición, la velocidad de infusión y el tiempo de almacenamiento<sup>7,18,20</sup>.

El orden de adición representa un eje fundamental en la compatibilidad. Se recomienda añadir primero el fosfato, seguido del magnesio, y dejar el calcio para el final, disuelto en el mayor volumen posible. Esta secuencia reduce la posibilidad de reacciones inmediatas entre ambos iones. Si se utilizan soluciones polielectrolíticas que suelen contener magnesio y calcio inorgánico, se puede optar por incorporar inicialmente la solución polielectrolítica, por lo que se podría añadir el calcio al inicio y el fósforo al final<sup>6,12</sup>. En general, es recomendable utilizar fuentes orgánicas de fósforo y calcio, ya que presentan mayor estabilidad. Nunca se deben añadir juntos calcio y fosfato a una misma

solución inicial. La adición debe realizarse siempre en soluciones ricas en aminoácidos, que actúan como agentes complejantes, reduciendo su disponibilidad. Las estrategias de seguridad incluyen el uso de filtros en la administración al paciente, de 0,2  $\mu\text{m}$  (mezclas binarias) o de 1,2  $\mu\text{m}$  (mezclas ternarias), el uso de jeringas separadas para cada aditivo y la separación del momento de adición de calcio y fósforo<sup>1,3,7,21</sup>. Además, se debe agitar suavemente tras cada adición.

Finalmente, se establecen límites máximos según la concentración de aminoácidos: en mezclas binarias (2-en-1), con  $\geq 2,5\%$  de aminoácidos, pueden tolerarse hasta 56 mEq/l de calcio y 48 mmol/l de fósforo, utilizando sales orgánicas<sup>3,7,18</sup>. La extrapolación de estos límites a mezclas ternarias debe realizarse bajo una mirada crítica, con la supervisión de un farmacéutico, teniendo en cuenta los factores añadidos de la emulsión lipídica, como su estabilidad y la aportación de fosfato de esta. La aplicación de nomogramas y tablas basadas en estudios recientes resulta esencial para una formulación segura. No obstante, la validación de estas concentraciones debe apoyarse en datos experimentales y metodologías como microscopía, turbidimetría o contadores de partículas<sup>22</sup>.

#### Estabilidad de aminoácidos, vitaminas y oligoelementos

Los aminoácidos, las vitaminas y los oligoelementos son especialmente sensibles a condiciones de luz, oxígeno, temperatura y pH, además de las compatibilidades entre ellos; todos estos son factores que pueden comprometer su integridad y seguridad clínica<sup>7,23</sup>.

Los aminoácidos pueden degradarse por acción de la luz o por reacciones con la glucosa. Se recomienda almacenarlos protegidos de la luz y dentro de sus envases originales hasta su uso<sup>7,23</sup>. Aminoácidos como el triptófano, la metionina y la cisteína son particularmente fotosensibles, y su oxidación se ve acentuada en presencia de riboflavina, mientras que la vitamina C actúa como agente protector<sup>7,23,24</sup>. La formación de productos de la reacción de Maillard, que ocurre entre aminoácidos y glucosa, acentuada por el calor y el pH alcalino, puede generar pigmentos y pérdida de aminoácidos esenciales como lisina, además de generar productos potencialmente tóxicos. Para minimizar estos riesgos, se recomienda usar bolsas multicapa EVA, controlar la temperatura de almacenamiento y evitar la exposición a la luz y al oxígeno durante la elaboración<sup>25</sup>.

Las vitaminas son los componentes más inestables de la NP; su inestabilidad ante la luz, el oxígeno, la temperatura y ciertos iones metálicos requiere medidas estrictas. La fotoprotección, el almacenamiento refrigerado y el uso de bolsas multicapa son esenciales<sup>7,26–28</sup>. Vitaminas hidrosolubles como B<sub>1</sub> y C, y liposolubles como A y E, son sensibles a la oxidación y la fotólisis<sup>29</sup>. La vitamina C puede oxidarse fácilmente, generando ácido oxálico, que precipita con calcio. Se desaconseja añadir vitaminas a soluciones de glucosa con concentraciones mayores del 40% por el efecto desestabilizante de su bajo pH. Se recomienda igualmente añadir oligoelementos y vitaminas por separado. Para minimizar la degradación de las vitaminas, se deben evitar temperaturas elevadas y minimizar el contacto con oxígeno<sup>25,27</sup>. El uso de sobrebolsas fotoprotectoras y sistemas de infusión opacos es clave para prevenir pérdidas durante el almacenamiento y la administración.

Respecto a los oligoelementos, su estabilidad depende del pH, la concentración de electrolitos, como el fósforo, y la composición de aminoácidos<sup>30–32</sup>. Se pueden formar precipitados de fosfatos metálicos (Fe, Zn, Cu, Mn), especialmente a pH ácido o en presencia de aminoácidos con grupos sulfhidrilo, como la cisteína. Se debe evitar añadir oligoelementos directamente a emulsiones lipídicas, dado que su carga catiónica puede desestabilizar la emulsión. La recomendación es añadirlos a soluciones de aminoácidos, ya que estas soluciones ejercen un efecto tampón. También deben evitarse concentraciones elevadas de vitamina C si hay selenio o calcio, ya que puede formarse oxalato cálcico insoluble<sup>7</sup>.

Finalmente, se debe considerar la presencia de oligoelementos contaminantes como aluminio, cromo o cadmio, derivados de materias primas y envases; así como las posibles diferencias en función del tipo de preparado de NP (multicámara o NP preparada)<sup>32,33</sup>. Estos pueden acumularse en pacientes pediátricos o con disfunción renal y provocar toxicidad. Se aconseja evitar envases de vidrio y monitorizar los aportes, especialmente en neonatos.

#### Orden de adición, control de calidad y etiquetado de nutrición parenteral

El orden de adición de los distintos componentes en la elaboración de mezclas de NP es determinante para preservar la estabilidad fisicoquímica, evitar precipitados y minimizar interacciones entre nutrientes. La experiencia acumulada, junto con las recomendaciones de consenso y la bibliografía actual, permite establecer una secuencia óptima de aditivación que debe adaptarse a las características de la fórmula y a los recursos técnicos del centro. En elaboraciones manuales o automatizadas, se recomienda seguir el siguiente orden de mezclado e incorporación a la bolsa vacía de NP:

1. Fosfato (preferentemente orgánico).
2. Aminoácidos.
3. Glucosa.
4. Cationes monovalentes (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>).
5. Magnesio.
6. Calcio (siempre separado del fosfato).
7. Vitaminas y oligoelementos (por separado, sin mezclar entre sí).
8. Lípidos (al final, para facilitar la inspección visual).

Debe utilizarse una jeringa y una línea independiente para cada aditivo incompatible, lavando entre pasos con diluyente o solución compatible (en general, agua para inyectables). La agitación suave tras cada incorporación y la doble inversión de la bolsa tras añadir lípidos son pasos clave para asegurar la homogeneidad de la mezcla. Esta secuencia puede adaptarse en función del tipo de preparación en sistemas automatizados o de la necesidad de preparar bajo volumen, especialmente en pacientes pediátricos.

El correcto etiquetado y control de calidad de la NP resultan esenciales para garantizar la seguridad del paciente, facilitar la trazabilidad y minimizar errores durante su administración. La etiqueta debe proporcionar una información clara, estructurada y coherente con la prescripción, incluyendo la identificación del paciente (al menos mediante 2 identificadores no redundantes), la composición detallada de macronutrientes, micronutrientes, aditivos y calorías, así como la vía de administración, velocidad de infusión, fecha de elaboración y advertencias específicas como «NO AÑADIR MEDICAMENTOS» y «MEDICAMENTO DE ALTO RIESGO»<sup>1,3,34,35</sup>. En particular, la vía de administración debe destacarse visualmente mediante el uso de color o disposición tipográfica. Las formulaciones multicámara reconstituidas, una vez modificadas por el Servicio de Farmacia, deben cumplir estos mismos criterios de etiquetado.

En este apartado se enfatiza la importancia de integrar dichas recomendaciones en el etiquetado mediante la inclusión de advertencias específicas y el uso de sistemas de fotoprotección que abarquen tanto la bolsa como los equipos de infusión, especialmente en pacientes pediátricos, para minimizar los efectos del estrés oxidativo<sup>11–13</sup>. El uso de bolsas multicapa contribuye adicionalmente a preservar la estabilidad de la mezcla durante su almacenamiento refrigerado<sup>15,36</sup>.

El control de calidad de las mezclas de NP debe enmarcarse en un sistema integral de garantía de calidad bajo la responsabilidad directa del farmacéutico, tal como establecen las recomendaciones de la *American Society for Parenteral and Enteral Nutrition* (ASPEN) y de la *American Society of Hospital Pharmacy* (ASHP)<sup>15,36</sup>. Este control implica la verificación de que todas las operaciones se realizan conforme a procedimientos previamente definidos y documentados, lo que permite

detectar deficiencias, aplicar medidas correctoras y evitar la dispensación de mezclas que no cumplan los estándares exigidos<sup>34–36</sup>. Durante la preparación, se recomienda instaurar dobles chequeos independientes en 3 momentos clave: selección de viales y frascos, carga de jeringas con aditivos y revisión final de la mezcla elaborada en comparación con la hoja de elaboración<sup>35</sup>.

Una vez finalizada la preparación, el producto debe someterse a una inspección visual rigurosa —para descartar partículas, cambios de color, rotura de la emulsión o integridad comprometida del sistema de cierre—, y también al control de los componentes y dispositivos utilizados<sup>1,35,37,38</sup>. El control gravimétrico, basado en la comparación entre el peso real y el peso teórico estimado por densidad y volumen de los distintos componentes, debe mantenerse dentro de un margen de error inferior al 5%, según recomiendan la Agencia Europea de Medicamentos (EMA) y la *United States Pharmacopeia* (USP)<sup>38–40</sup>. Asimismo, pueden realizarse análisis fisicoquímicos (pH, osmolaridad, glucosa, electrólitos) y controles microbiológicos sobre muestras seleccionadas<sup>37,38</sup>.

Finalmente, conforme a la clasificación de la USP 797, si la NP se elabora en condiciones asépticas validadas (CFLH ISO Clase 5, salas certificadas semestralmente, procedimientos escritos, formación inicial y anual del personal, control ambiental y microbiológico, verificación de materiales, desinfección sistemática y cumplimiento de tiempos de almacenamiento), no sería obligatorio realizar test de esterilidad de forma sistemática<sup>34,41</sup>.

#### *Sistemas automatizados de preparación y bolsas multicámara*

La NP actual se enfrenta al reto de garantizar la seguridad, eficacia y eficiencia. Actualmente existen 2 soluciones tecnológicas en el ámbito de la elaboración de NP: los sistemas automatizados de preparación (SAP) y las bolsas multicámara o tricamerales (*multichamber bags*, MCB en inglés). Ambos presentan ventajas y limitaciones relevantes para distintas realidades clínicas y organizativas, ofreciendo alternativas en la práctica clínica.

Los SAP automatizan la transferencia de nutrientes mediante bombas controladas por *software*, lo que permite una dosificación precisa, mayor trazabilidad y reducción de errores manuales. Existen 2 tecnologías principales: bombas peristálticas y sistemas con jeringas volumétricas. Requieren, sin embargo, una estricta capacitación del personal, validaciones constantes y control de calidad riguroso. Además, la inversión en infraestructura es alta, ya que requiere espacios adecuados (cabines de flujo laminar amplias) y materiales compatibles con agentes desinfectantes. Es fundamental documentar cada paso del proceso, realizar controles de calidad diarios y mantener la interoperabilidad con los sistemas de prescripción médica<sup>1,15</sup>.

Se recomienda que el sistema incorpore tecnologías de escaneo y alarmas ante errores potenciales (mezclas incompatibles, obstrucciones, fuentes vacías). La implementación debe incluir formación continua del personal, documentación del proceso y verificación diaria del funcionamiento del sistema. La seguridad se refuerza mediante calibrado previo, tecnología de códigos de barras y alarmas de incompatibilidad. No obstante, existe el riesgo de errores sistemáticos si la configuración es incorrecta. El coste de adquisición e implementación puede ser elevado, pero se compensa con la reducción de errores y del personal implicado<sup>17,42</sup>.

Por otro lado, las bolsas multicámara o MCB, ampliamente utilizadas en Europa, ofrecen una alternativa eficiente y segura. Contienen los 3 macronutrientes en cámaras separadas, lo que permite mezclarlos previamente a la administración. Permiten añadir vitaminas, oligoelementos y electrólitos de forma segura, siempre dentro de un entorno controlado. Su uso reduce costes, tiempos de preparación y errores, lo que es crítico en hospitales sin capacidad de elaboración o en NP domiciliaria<sup>43</sup>. Sin embargo, debido a su composición fija y a que no aportan oligoelementos y vitaminas, su uso es limitado en pacientes con requerimientos específicos

(pediatría, insuficiencia renal, obesidad, etc.) y en pacientes con NP de larga duración.

Entre sus ventajas destacan la reducción del tiempo de preparación, el bajo riesgo de contaminación y la disminución de errores<sup>43,44</sup>. Su manipulación debe seguir prácticas asépticas y evitar adiciones fuera del entorno controlado de la farmacia. La información proporcionada por el fabricante sobre estabilidad y compatibilidad es también un punto de ayuda en la elaboración. A pesar de estas limitaciones, diversos estudios sugieren que más del 80% de los pacientes hospitalizados podrían beneficiarse de su uso. Ante la posibilidad de eliminación de elementos plásticos procedentes de bolsas multicámara, se recomienda utilizar siempre filtros de 1,2 µm durante la administración, incluso si no se añade ningún aditivo.

Ambas tecnologías deben seguir las guías de cada país, además de las recomendaciones de las internacionales más actualizadas (como las de ASPEN, ASHP o la USP en su capítulo 797) y ajustarse a protocolos estandarizados<sup>17,34,45</sup>. La elección de utilizar SAP y bolsas multicámara o MCB debe basarse en criterios clínicos, logísticos y económicos. Mientras que los SAP ofrecen flexibilidad y precisión en hospitales de alta complejidad con alta carga asistencial y recursos técnicos, las NP multicámara destacan por su simplicidad, seguridad y coste reducido, y representan una solución estandarizada y eficaz para la mayoría de los pacientes tanto hospitalarios como domiciliarios<sup>46</sup>. Una adecuada integración de ambos sistemas puede optimizar la seguridad, eficiencia y calidad asistencial. La coexistencia de ambos puede ser estratégica, reservando los SAP para casos individualizados y las NP multicámara para la mayoría de los pacientes estables. Así, se logra una NP más segura, coste-efectiva y adaptada a las realidades de cada centro.

#### *Compatibilidad la nutrición parenteral y los fármacos*

La gestión de la compatibilidad entre NP y fármacos requiere seguir recomendaciones específicas para minimizar riesgos. Se aconseja, en primer lugar, valorar la situación clínica del paciente y su tratamiento global, priorizando evitar la administración conjunta siempre que sea posible<sup>47</sup>. Alternativas como el cambio a vía oral, infusión periférica, infusión cíclica de NP o uso de catéter *multilumen* deben considerarse antes de proceder con mezclas conjuntas.

Si la administración conjunta es inevitable, se recomienda realizar una evaluación cuidadosa de la estabilidad del fármaco con la NP, revisando exhaustivamente la bibliografía y las bases de datos especializadas, y asegurándose de analizar las condiciones específicas, como concentraciones, tipo de lípido, tiempo de infusión y tipo de pacientes, pediátricos o adultos. Es fundamental verificar la validez de los estudios originales, ya que las condiciones de preparación y los componentes de la NP pueden variar, afectando la compatibilidad. La evaluación del riesgo se puede realizar mediante herramientas estructuradas que clasifiquen los fármacos en categorías de bajo o alto riesgo de incompatibilidad, considerando variables ambientales y características del estudio<sup>48</sup>.

La evaluación de la estabilidad realizada en los estudios debe incluir métodos analíticos como turbidimetría, oscurecimiento de luz o estimaciones del tamaño de las gotículas lipídicas, como indica la farmacopea americana, indicativos de coalescencia potencialmente peligrosa para neonatos y pacientes pediátricos<sup>10</sup>.

En cuanto a las NP pediátricas, se destaca que no debe extrapolarse la compatibilidad de adultos debido a diferencias en composición y velocidad de infusión, por lo que se requiere una mayor cautela<sup>7</sup>. La aparición de incompatibilidades, especialmente en niños, puede tener consecuencias fatales como embolias, por lo que se recomienda evitar la coadministración conjunta salvo en casos estrictamente necesarios, valorando siempre alternativas seguras para cada situación clínica.

Ante una consulta de compatibilidad, se recomienda seguir los siguientes pasos: evaluar la necesidad clínica, considerar vías alternativas, valorar el perfil del fármaco y documentar exhaustivamente la decisión<sup>7,47,48</sup>. Solo en casos justificados debe autorizarse la

coadministración, siempre bajo evaluación bibliográfica crítica, evitando la dependencia exclusiva de tablas generales sin verificar su validez metodológica y su contexto clínico<sup>1,7</sup>. En definitiva, la decisión de coadministrar fármacos con NP debe ser cuidadosamente individualizada, priorizando siempre alternativas más seguras. Se recomienda disponer de bases de datos actualizadas, con referencia a estudios bien diseñados, y fomentar la colaboración entre equipos de farmacia hospitalaria, medicina y enfermería.

## Conclusiones

El presente consenso pretende presentar una herramienta clave para la estandarización de la preparación de NP en el ámbito clínico. A través de un enfoque basado en preguntas prácticas, se han consensado recomendaciones claras y actualizadas que responden a las necesidades reales de los profesionales implicados en la formulación, validación y administración de NP. Entre las limitaciones metodológicas destaca la ausencia de un análisis formal de tasa de respuesta o representatividad estadística del panel, aspectos propios del diseño de consenso informal. Sin embargo, este documento proporciona criterios homogéneos y alineados con la evidencia científica que favorecen la implementación de buenas prácticas en distintos entornos asistenciales, desde hospitales de alta complejidad hasta unidades de nutrición parenteral domiciliaria. Con su desarrollo se intenta contribuir a reducir la variabilidad en los procesos, mejorar la seguridad del paciente y optimizar la eficiencia del trabajo farmacéutico y clínico. Además, establece una base sólida para futuras actualizaciones y líneas de investigación, consolidando el papel del farmacéutico hospitalario en la seguridad y calidad de la terapia nutricional intravenosa.

## Aportación a la literatura científica

Este artículo de consenso aporta una revisión exhaustiva y actualizada sobre los procedimientos de preparación de NP e integra evidencia científica y experiencia clínica. La metodología de consenso empleada garantiza la aplicabilidad práctica de las recomendaciones en entornos reales, tanto hospitalarios como domiciliarios. Además, actualiza el consenso español de 2008 e incorpora aspectos como la automatización y la prevención de errores. Esta publicación contribuye a reducir la variabilidad entre centros, promover la seguridad del paciente y servir como referencia formativa. Además, supone un avance en la estandarización de la práctica en farmacia hospitalaria en nutrición clínica.

## Contribución de los autores

Diseño: **David Berlana** y **Pilar Gomis Muñoz**; Definición del contenido intelectual: **David Berlana**; Búsqueda de la literatura, obtención de datos, análisis de datos, preparación del manuscrito y revisión del texto: **todos los autores**; Edición del manuscrito: **David Berlana, Pilar Gomis Muñoz** y **Natividad Lago**; Garantes: **David Berlana, Pilar Gomis Muñoz** y **Natividad Lago**.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Declaración de uso de inteligencia artificial

Los autores declaran no haber usado inteligencia artificial (IA) ni ninguna herramienta que use IA para la redacción del artículo.

## Declaración de contribución de autoría de CRediT

**David Berlana**: Writing – review & editing, Writing – original draft, Visualization, Validation, Supervision, Project administration,

Methodology, Investigation, Formal analysis, Data curation, Conceptualization. **Pilar Gomis Muñoz**: Writing – review & editing, Writing – original draft, Visualization, Supervision, Project administration, Investigation, Formal analysis, Conceptualization. **Natividad Lago**: Writing – review & editing, Writing – original draft, Validation, Methodology, Formal analysis, Conceptualization. **Amelia María Chica Marchal**: Writing – review & editing, Writing – original draft, Visualization, Investigation, Formal analysis, Data curation. **Marta Ubeira Iglesias**: Writing – review & editing, Writing – original draft, Validation, Investigation, Formal analysis, Data curation. **Amparo Vázquez Polo**: Writing – review & editing, Writing – original draft, Validation, Investigation, Formal analysis, Data curation. **Consuelo Pellicer Franco**: Writing – review & editing, Writing – original draft, Validation, Investigation, Formal analysis, Data curation.

## Bibliografía

- Ayers P, Adams S, Boullata J, et al. A.S.P.E.N. Parenteral nutrition safety consensus recommendations. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2014;38(3): 296–333. doi:10.1177/0148607113511992.
- Berlana D. Parenteral nutrition overview. *Nutrients.* 2022;14(21):4480. doi:10.3390/nu14214480.
- Calvo Hernández MV, Sirvent Ochando M, coords. Estandarización del soporte nutricional especializado Grupo de Trabajo de Nutrición. *Farm Hosp.* 2009;33(suppl 1):3–107.
- Hsu CC, Sandford BA. The Delphi technique: making sense of consensus. *Pract Assess Res Eval.* 2007;12(10):1–8.
- Driscoll DF. Globule-size distribution in injectable 20% lipid emulsions: compliance with USP requirements. *Am J Health Syst Pharm.* 2007;64(19):2032–2036. doi:10.2146/ajhp070097.
- Driscoll DF. Pharmaceutical and clinical aspects of lipid injectable emulsions. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2017;41(1):125–134. doi:10.1177/0148607116673187.
- Boullata JI, Mirtallo JM, Sacks GS, et al. Parenteral nutrition compatibility and stability: a comprehensive review. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2022;46(2):273–299. doi:10.1002/jpen.2306.
- Otero-Millán L, Lago Rivero N, Blanco Rodicio A, García Beloso N, Legido Soto JL, Piñeiro-Correales G. Stability of lipid emulsion in total parenteral nutrition: an overview of literature. *Clin Nutr ESPEN.* 2021;45:19–25. doi:10.1016/j.clnesp.2021.06.027.
- Hanifah S, Maulidani Y, Nugroho BH, Sari CP. All-in-one versus lipid-free parenteral nutrition for premature infants: visual, pH, and particle size analyses. *Nutr Hosp.* 2019;36(6):1237–1240. doi:10.20960/nh.02758.
- Klang MG. PFAT5 and the evolution of lipid admixture stability. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2015;39(suppl 1):67S–71S. doi:10.1177/0148607115595976.
- Boullata JI, Berlana D, Pietka M, Klek S, Martindale R. Use of intravenous lipid emulsions with parenteral nutrition: practical handling aspects. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2020;44(S1):S74–S81. doi:10.1002/jpen.1737.
- Karthigesu K, Bertolo RF, Brown RJ. Parenteral nutrition and oxidant load in neonates. *Nutrients.* 2021;13(8):2631. doi:10.3390/nu13082631.
- Driscoll DF, Thoma A, Franke R, Klutsch K, Nehme J, Bistrain BR. Lipid globule size in total nutrient admixtures prepared in three-chamber plastic bags. *Am J Health Syst Pharm.* 2009;66(7):649–656. doi:10.2146/ajhp080164.
- Gomis Muñoz P. Preparación de las nutriciones parenterales pediátricas. *Nutr Hosp.* 2017;34(suppl 3):44–49. doi:10.20960/nh.1380.
- Boullata JI, Holcombe B, Sacks G, et al. Standardized competencies for parenteral nutrition order review and parenteral nutrition preparation, including compounding. *Nutr Clin Pract.* 2016;31(4):548–555. doi:10.1177/0884533616653833.
- Lobo BW, da Veiga VF, Cabral LM, Michel RC, Volpato NM, de Sousa VP. Influence of the relative composition of trace elements and vitamins in physicochemical stability of total parenteral nutrition formulations for neonatal use. *Nutr J.* 2012;11:26. doi:10.1186/1475-2891-11-26.
- Iredell B, Mourad H, Nickman NA, et al. ASHP guidelines on the safe use of automated compounding devices for the preparation of parenteral

- nutrition admixtures. *Am J Health Syst Pharm.* 2022;79(10):730–735. doi:10.1093/ajhp/zxac004.
18. MacKay M, Anderson C. Physical compatibility of sodium glycerophosphate and calcium gluconate in pediatric parenteral nutrition solutions. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2015;39(6):725–728. doi:10.1177/0148607114528982.
  19. Ribeiro DDO, Lobo BW, Volpato NM, Da Veiga VF, Cabral LM, De Sousa VP. Influence of the calcium concentration in the presence of organic phosphorus on the physicochemical compatibility and stability of all-in-one admixtures for neonatal use. *Nutr J.* 2009;8:51. doi:10.1186/1475-2891-8-51.
  20. Newton DW, Driscoll DF. Calcium and phosphate compatibility: revisited again. *Am J Health Syst Pharm.* 2008;65(1):73–80. doi:10.2146/ajhp070138.
  21. Barnett MI, Pertkiewicz M, Cosslett AG, Mühlebach S. Basics in clinical nutrition: parenteral nutrition admixtures, how to prepare parenteral nutrition (PN) admixtures. *e-SPEN.* 2009;4(3):e114–e116. doi:10.1016/j.eclnm.2009.01.011.
  22. Gonyon T, Carter PW, Phillips G, et al. Probability-based compatibility curves for calcium and phosphates in parenteral nutrition formulations. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2014;38(6):717–727. doi:10.1177/0148607113495415.
  23. Unger N, Holzgrabe U. Stability and assessment of amino acids in parenteral nutrition solutions. *J Pharm Biomed Anal.* 2018;147:125–139. doi:10.1016/j.jpba.2017.07.064.
  24. Kearney MCJ, Allwood MC, Martin H, Neal T, Hardy G. The influence of amino acid source on the stability of ascorbic acid in TPN mixtures. *Nutrition.* 1998;14(2):173–178. doi:10.1016/S0899-9007(97)00430-9.
  25. Balet A, Cardona D, Jane S, et al. Effects of multilayered bags vs ethylvinyl-acetate bags on oxidation of parenteral nutrition. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2004;28(2):85–91. doi:10.1177/014860710402800285.
  26. Ribeiro DO, Pinto DC, Lima LMTR, Volpato NM, Cabral LM, De Sousa VP. Chemical stability study of vitamins thiamine, riboflavin, pyridoxine and ascorbic acid in parenteral nutrition for neonatal use. *Nutr J.* 2011;10:47. doi:10.1186/1475-2891-10-47.
  27. Allwood MC, Martin HJ. The photodegradation of vitamins A and E in parenteral nutrition mixtures during infusion. *Clin Nutr.* 2000;19(5):339–342. doi:10.1054/clnu.2000.0109.
  28. Dupertuis YM, Morch A, Fathi M, et al. Physical characteristics of total parenteral nutrition bags significantly affect the stability of vitamins C and B1: a controlled prospective study. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2002;26(5):310–316. doi:10.1177/0148607102026005310.
  29. Allwood MC, Martin H, Greenwood M, Maunder M. Precipitation of trace elements in parenteral nutrition mixtures. *Clin Nutr.* 1998;17(5):223–226. doi:10.1016/s0261-5614(98)80063-0.
  30. Thibault M. Possible incompatibility between amino acids and copper in solutions for pediatric parenteral nutrition. *Can J Hosp Pharm.* 2014;67(2):160–164. doi:10.4212/cjhp.v67i2.1345.
  31. Gomis Muñoz P, Arrieta M, Rosas C, Spiers S, Shinn M, Orbaneja MÁ. Influence of the type of amino acids in the formation of precipitates of copper and sulfur in parenteral nutrition. *Nutr Hosp.* 2019;36(4):764–768. doi:10.20960/nh.02661.
  32. Olson LM, Wieruszewski PM, Jannetto PJ, Abbott JC, McMahon MM, Nystrom EM. Quantitative assessment of trace-element contamination in parenteral nutrition components. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2019;43(8):970–976. doi:10.1002/jpen.1668.
  33. Berlana D, López-Hellín J, Pau-Parra A, Ferrer-Costa R. Comparing aluminum concentrations in adult and pediatric parenteral nutrition solutions: multichamber-bag versus compounded parenteral nutrition. *Nutrients.* 2024;16(7):1024. doi:10.3390/nu16071024.
  34. Okeke CC, Newton DW, Kastango ES, Allen LV. Basics of compounding: United States pharmacopeia general chapter 797 pharmaceutical compounding - sterile preparations, part 10: first revision: the main changes, events, and rationale. *Int J Pharm Compd.* 2008;12(6):530–536.
  35. Instituto para el Uso Seguro de los Medicamentos. Recomendaciones para la prevención de errores de medicación. Instituto para el Uso Seguro de los Medicamentos. Boletín no 27. Actualizada: 18 de enero de 2025. [consultado 7 Oct 2025]. Disponible en: <https://www.ismp-espana.org/ficheros/Boletín%2027%20junio%202025.pdf>.
  36. Mirtallo J, Canada T, Johnson D, et al. Safe practices for parenteral nutrition. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2004;28(6):S39–S70. doi:10.1177/0148607104028006S39.
  37. Corriol O, Crauste-Manciet S, Arnaud P, et al. Recommendations for the preparation of parenteral nutrition mixtures. *Nutr Clin Metab.* 2005;19(1):30–55. doi:10.1016/j.nupar.2005.01.003.
  38. Ortuño AM, Jiménez RR, Navarro CO, Flores MF, Sáez MS. Quality control of parenteral nutrition compounding: gravimetric and component verification control. *Nutr Hosp.* 2020;37(4):667–671. doi:10.20960/nh.03037.
  39. Gómez-Costas D, Romero-Jiménez RM, Lobato-Matilla ME, et al. Detection and reduction of errors in parenteral nutrition compounding through gravimetric and product control. *Farm Hosp.* 2024;48(3):116–121. doi:10.1016/j.farma.2023.11.007.
  40. European Medicines Agency. Guideline on manufacture of the finished dosage form. European Medicines Agency. 2017. Actualizada: 17 de marzo de 2025. [consultado 7 Oct 2025]. Disponible en: [https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/guideline-manufacture-finished-dosage-form-revision-1\\_en.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/guideline-manufacture-finished-dosage-form-revision-1_en.pdf).
  41. Romero Jiménez RM, Sagrario Pernía López M, Fresneda NS, Sáez MS. Validación de la técnica aséptica de elaboración de nutrición parenteral en un servicio de farmacia según el capítulo 797 de la USP. *Nutr Hosp.* 2013;28(5):1494–1497. doi:10.3305/nh.2013.28.5.6689.
  42. Perrier Q, Piquemal M, Leenhardt J, et al. A quality by design approach for the qualification of automating compounding device for parenteral nutrition. *Eur J Pharm Sci.* 2022;179:106275. doi:10.1016/j.ejps.2022.106275.
  43. Alfonso JE, Berlana D, Ukleja A, Boullata J. Clinical, ergonomic, and economic outcomes with multichamber bags compared with (hospital) pharmacy compounded bags and multibottle systems: a systematic literature review. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2017;41(7):1162–1177. doi:10.1177/0148607116657541.
  44. Berlana D, Almendral MA, Abad MR, et al. Cost, time, and error assessment during preparation of parenteral nutrition: multichamber bags versus hospital-compounded bags. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2019;43(4):557–565. doi:10.1002/jpen.1436.
  45. Boullata JJ, 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. doi:10.1177/0148607114521833.
  46. Wischmeyer PE, Klek S, Berger MM, et al. Parenteral nutrition in clinical practice: international challenges and strategies. *Am J Health Syst Pharm.* 2024;81(suppl 3):S89–S101. doi:10.1093/ajhp/zxae079.
  47. Farhan M, Bennett J, Cram A, McCallion N, O'Brien F. Risk assessment tool for compatibility of concurrent administration of intravenous medications with parenteral nutrition admixture. *Eur J Pharm Biopharm.* 2025;207:114614. doi:10.1016/j.ejpb.2024.114614.
  48. Négrier L, Martin Mena A, Lebuffe G, Odou P, Genay S, Décaudin B. Strategies to prevent drug incompatibility during simultaneous multi-drug infusion in intensive care units: a literature review. *Eur J Clin Pharmacol.* 2021;77(9):1309–1321. doi:10.1007/s00228-021-03112-1.