

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA



PROPUESTA DE FÓRMULAS ESTÁNDAR DE NUTRICIÓN PARENTERAL CON
ELECTROLITOS POR VÍA CENTRAL Y PERIFÉRICA PARA PACIENTE ADULTO
CRÍTICO EN EL HOSPITAL NACIONAL EL SALVADOR DE FEBRERO - AGOSTO
2024

TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD PRÁCTICA PROFESIONAL
SUPERVISADA

PRESENTADO POR
MADELINE LISSETTE RAMÍREZ HERNÁNDEZ

PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADA EN QUÍMICA Y FARMACIA

SEPTIEMBRE 2024

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MAESTRO JUAN ROSA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL

LICENCIADO PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA

DECANA

MsD. NANCY ZULEYMA GONZÁLEZ SOSA

SECRETARIA

LICDA. EUGENIA SORTO LEMUS

DIRECCIÓN GENERAL DE PROCESOS DE GRADO

DIRECTORA GENERAL (AD-HONOREM)
M.SC. KATIA LISSETTE MARTÍNEZ DE PALACIOS

HOSPITAL NACIONAL EL SALVADOR
LIC. DANIEL ANTONIO VIVIDOR RAMOS

TRIBUNAL EVALUADOR

ASESORA DE AREA EN SALUD PÚBLICA
LICDA. ROXANA MARÍA MIRANDA DE QUINTANILLA

ASESOR
DR. CARLOS ALBERTO GALDÁMEZ

TUTORA

LICDA. THANIA GISSELLA BENÍTEZ LÓPEZ

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios por darme la sabiduría y la fortaleza para poder llegar a este momento tan importante en mi vida, así también por colocar a las personas correctas durante todos estos años.

Agradezco enormemente a mis padres ya que ellos son un pilar importante, gracias por sus consejos, sacrificios y por siempre estar conmigo en mis momentos de frustración dándome ánimos para poder seguir y poder culminar esta etapa.

Agradezco a mis tutores por guiarme en todo este proyecto compartiendo sus conocimientos.

Por último, pero no menos importante agradezco a toda mi familia y amigos que de una u otra manera estuvieron apoyándome en todo momento.

INDICE GENERAL

	Pag. N°
ABREVIATURAS	9
RESUMEN	10
CAPÍTULO I	11
1.0 INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO II	13
2.0 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo general	14
2.2 Objetivos específicos	14
CAPÍTULO III	15
3.0 MARCO TEÓRICO	16
3.1 Nutrición parenteral	16
3.2 Complicaciones metabólicas	16
3.3 Indicaciones de la nutrición parenteral	17
3.3.1 Contraindicaciones de la nutrición parenteral	17
3.3.3 Complicaciones de la nutrición parenteral	18
3.4 Paciente adulto crítico	18
3.5 Paciente desnutrido	18
3.6 Vías de administración	19
3.6.1 Vía central	19
3.6.2 Vía periférica	19
3.7 Fórmulas de nutrición parenteral lista para usar	20
3.8 Aporte de energía	20
3.8.1 Componentes del gasto energético	20

3.8.2 Gasto Energético Basal (GEB)	20
3.8.3 Efecto térmico de los alimentos (ETA)	21
3.8.4 Actividad física (AF)	21
3.8.5 Requerimientos de energía	21
3.9 Aminoácidos	22
3.9.1 Requerimientos de aminoácidos	22
3.9.2 Balance proteico o balance de nitrógeno	23
3.10 Carbohidratos	24
3.10.1 Requerimientos de carbohidratos	25
3.11 Lípidos	25
3.11.1 Requerimientos de lípidos	25
3.12 Electrolitos	25
3.12.1 Requerimientos de electrolitos	26
3.13 Multivitaminas	26
3.13.1 Requerimientos de multivitaminas	26
3.14 Osmolaridad	27
3.15 Requerimientos de agua	28
CAPÍTULO IV	29
4.0 PRODUCTO FINAL	30
CAPÍTULO V	41
5.0 CONCLUSIONES	42
CAPÍTULO VI	43
6.0 RECOMENDACIONES	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
ANEXOS	49

INDICE DE TABLAS

Tabla N°		Pág. N°
1	Requerimientos energéticos	22
2	Requerimientos diarios de proteínas	23
3	Aportes energético-proteico	24
4	Requerimientos de electrolitos en adulto	26
5	Comparativo de medicamento multivitamínico disponible en Farmacia del Hospital Nacional El Salvador contra las recomendaciones de la ASPEN	27
6	Detalle de fórmula de nutrición parenteral estándar central	35
7	Detalle de fórmula de nutrición parenteral estándar periférica	40

INDICE DE ANEXOS

Anexo N°

- 1 Bolsas de nutrición parenteral 3 en 1 (listas para usar)
- 1 Bolsas de 2 en 1 de nutrición parenteral (lista para usar)
- 2 EVA MIXING CONTAINER GRAVITY (bolsa de etilenvinilacetato EVA de nutrición parenteral) 2000 mL y 1000 mL.
- 3 Partes de un catéter central de inserción periférica (PICC)
- 3 Catéter venoso central utilizado para administrar nutrición parenteral total
- 4 Catéter venoso periférico
- 5 Formato de indicación médica de nutrición parenteral estándar con electrolitos para ser administrada por vía central
- 6 Formato de indicación médica de nutrición parenteral estándar con electrolitos para ser administrada por vía periférica
- 7 Validación de propuestas de fórmulas de nutrición parenteral estándar con electrolitos.

ABREVIATURAS

ASPEN: American Society For Parenteral and Enteral Nutrition.

ESPEN: The European Society For Clinical Nutrition and Metabolism.

NE: Nutrición Enteral.

NP: Nutrición Parenteral.

NPP: Nutrición Parenteral Periférica.

GEB: Gasto Energético Basal.

ETA: Efecto Térmico de los Alimentos.

AF: Actividad física.

IMC: Índice de Masa Corporal.

AA: Aminoácidos.

NU: Nitrógeno Urinario.

SDR: Síndrome de Realimentación.

RESUMEN

La siguiente propuesta tiene como objetivo realizar dos fórmulas estándar de nutrición parenteral con electrolitos para ser administrada una por vía central y otra por vía periférica para paciente adulto crítico dentro del Hospital Nacional El Salvador. Esta propuesta aporta una alternativa rápida para el inicio de un soporte nutricional a pacientes adulto crítico durante su hospitalización y así permite mantener a los pacientes estables mientras se realizan los respectivos exámenes de laboratorio y se determinan las medidas antropométricas para llevar a cabo un soporte nutricional individualizado.

Para realizarlo se investigó en diferentes fuentes bibliográficas encontrando recomendaciones clínicas para el inicio de un soporte nutricional temprano teniendo en cuenta los requerimientos diarios de energía, macronutrientes, micronutrientes y electrolitos que un paciente adulto crítico necesita, además valores de osmolaridad permitidos que las respectivas bibliografías documentan para ser administrada en las respectivas vías. Se inicio la formulación de las propuestas estableciendo un peso estándar de 55 kg calculado por la fórmula de Índice de Masa Corporal, relacionando la altura promedio de la población salvadoreña y el IMC según literatura, se calculó el valor de energía que debería contener la nutrición parenteral en base al peso establecido anteriormente, así mismo los valores de los macronutrientes, micronutrientes y electrolitos que contiene la fórmula de nutrición parenteral y por último el valor de las osmolaridades de ambas fórmulas para cada vía, obteniendo como producto final dos formatos con valores predeterminados de cada componente de la nutrición parenteral estándar con electrolitos.

En conclusión, con las propuestas de nutrición parenteral estándar se pretende brindar un soporte nutricional temprano a los pacientes de la Unidad de Cuidados Intensivos de la institución, así como también, que estas fórmulas puedan ser útiles para el área médica al momento de evaluar la condición clínica y nutricional de los pacientes para que según su criterio pueda implementarse como una nutrición parenteral complementaria, así mismo, sean una herramienta disponible en los casos de desabastecimiento de las nutriciones parenterales listas para usar de tal manera que los pacientes no queden descubiertos de su tratamiento nutricional evitando el deterioro por desnutrición iatrogénica.

CAPÍTULO I

1.0 INTRODUCCIÓN

El paciente adulto crítico es aquel que puede llegar a presentar un cuadro clínico donde se requiere una intervención médica especializada ya sea por una sepsis bacteriana, procesos quirúrgicos, pacientes quemados, entre otras, este tipo de condiciones clínicas pueden comprometer el estado nutricional del paciente lo que requerirá un inicio de soporte nutricional que según indicación médica y evaluación previa se puede recurrir al uso de la nutrición parenteral.

La nutrición parenteral es una mezcla de componentes de carbohidratos, lípidos, proteínas, electrolitos, multivitaminas y oligoelementos. Esta mezcla puede ser administrada por un acceso venoso ya sea vía central en una vena de gran calibre como la vena cava superior o vía periférica a través de una vena del antebrazo, con la finalidad de suplir los requerimientos necesarios del paciente e iniciar un soporte nutricional temprano con la finalidad de prevenir complicaciones.

Dentro del Hospital Nacional El Salvador se debe de suplir las necesidades nutricionales de los pacientes que recién ingresan a la Unidad de Cuidados Intensivos y que cumplen con las condiciones clínicas necesarias para utilizar el método de soporte nutricional temprano por medio de nutrición parenteral. Como producto final de las Prácticas Profesionales Supervisadas que se llevaron a cabo en El Hospital Nacional El Salvador desde el 5 de febrero hasta el 5 de agosto de 2024 se han elaborado dos propuestas de nutrición parenteral estándar con electrolitos una por vía periférica y una por vía central siguiendo los parámetros que las guías internacionales de nutrición establecen. Estas fórmulas de nutrición parenteral propuestas serán equivalentes a una nutrición parenteral lista para usar. Los cálculos se realizaron para cada uno de los componentes de la nutrición parenteral estándar tomando en cuenta la disponibilidad de los insumos de la Farmacia del Hospital Nacional El Salvador, así como también, la vía de administración y la osmolaridad de cada una de las fórmulas según los parámetros bibliográficos. Obteniéndose como resultado dos fórmulas en las cuales se especifican los valores de los requerimientos diarios por kilogramo de peso establecido para cada uno de los macronutrientes, electrolitos y micronutrientes con sus respectivas unidades de medida que podrían ser administradas a pacientes adultos críticos.

CAPITULO II

2.0 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Proponer fórmulas estándar de nutrición parenteral con electrolitos para ser administrada una por vía central y otra por vía periférica, en paciente adulto crítico del Hospital Nacional El Salvador.

2.2 Objetivos específicos

2.2.1 Investigar en la literatura científica los criterios para establecer los requerimientos diarios de macronutrientes, micronutrientes y electrolitos para formular dos nutriciones parenterales estándar con la finalidad de administrarse en pacientes adultos críticos, una por vía central y otra por vía periférica.

2.2.2 Establecer un peso estándar para pacientes adultos críticos que permita calcular los requerimientos diarios de macronutrientes, micronutrientes y electrolitos que deberá contener las nutriciones parenterales una para vía central y otra para vía periférica.

2.2.3 Formular la composición de la nutrición parenteral estándar en base al peso establecido para paciente adulto crítico que permita obtener los valores de osmolaridad permitidos para ser administrada por vía central y vía periférica.

2.2.4 Validar los componentes calculados para las fórmulas de nutrición parenteral estándar propuestas para pacientes adultos críticos con un especialista en el área de nutrición clínica para implementar su uso en el Hospital Nacional El Salvador.

CAPITULO III

3.0 MARCO TEÓRICO

3.1 Nutrición parenteral

La nutrición parenteral (NP) consiste en la administración de nutrientes al organismo por vía endovenosa. Está indicada en todos aquellos pacientes que son incapaces de ingerir por vía oral los nutrientes necesarios para cubrir sus necesidades nutricionales, ante la incapacidad de utilización de su sistema digestivo.¹

Para que la NP sea eficaz debe aportar paralelamente todos los macronutrientes (aminoácidos, hidratos de carbono y lípidos), que suponen la base calórica y proteica, y los micronutrientes (vitaminas y oligoelementos), además de electrolitos que complementen la dieta de forma que se evite déficit nutricional.²

3.2 Complicaciones metabólicas.⁹

Cualquier complicación atribuible al exceso o déficit de nutrientes es posible en estos pacientes. Entre las más frecuentes se pueden citar las alteraciones hidroelectrolíticas, tanto por exceso como por defecto, la hiperglucemia o hipoglucemia, el déficit de ácidos grasos esenciales o de micronutrientes, la insuficiencia del aclaramiento de lípidos, la hepatopatía y las complicaciones óseas.

El síndrome de realimentación (SDR) es una complicación metabólica que se produce en pacientes muy desnutridos como consecuencia de un soporte nutricional intensivo. Se caracteriza por hipofosfatemia, hipopotasemia, hipomagnesemia y sobrecarga de volumen. La sintomatología más frecuente es: fatiga generalizada, somnolencia, debilidad muscular, edema, arritmia cardíaca y hemólisis.

En aquellos pacientes susceptibles de desarrollar un SDR, se recomienda:

- Tratar las alteraciones electrolíticas previas al inicio del soporte nutricional.
- Iniciar el soporte nutricional (alto contenido en grasas y menor aporte de carbohidratos) aportando el 25% de las necesidades calóricas y proteicas el primer día, y el 100% de las necesidades de micronutrientes desde el primer día, concretamente de tiamina, potasio, fósforo y cinc.

- Aumentar los aportes lentamente de forma progresiva cada 24-48 h según tolerancia, hasta alcanzar las necesidades en 3-5 días, y siempre calcularlos sobre la base del peso actual, no ideal, del paciente. Comenzar con poco volumen y poca glucosa y reemplazar las pérdidas de fosfato, potasio y magnesio.

3.3 Indicaciones de la nutrición parenteral.³

- Pacientes con incapacidad para realizar una ingesta oral adecuada de alimentos o líquidos en los próximos 7-10 días, valorándose previamente la posibilidad de NE.
- Ingesta oral o enteral insuficiente, como puede ocurrir en casos de: quemaduras graves, desnutrición, síndrome de intestino corto, sepsis, cáncer, etc.
- Alteraciones gastrointestinales: sangrado gastrointestinal activo, isquemia mesentérica, obstrucción intestinal, síndrome compartimental abdominal, distensión abdominal severa y diarrea severa.
- Deterioro de la capacidad para ingerir o absorber los alimentos por vía oral o enteral, como puede ocurrir en casos de: vómitos o diarreas incoercibles, mucositis grave, íleo paralítico, intestino corto, enfermedad de Crohn, fístula entero cutánea de alto gasto, enteritis post radiación etc.
- Incapacidad o falta de voluntad para ingerir los nutrientes adecuados por vía oral o enteral, como sucede en los trastornos psiquiátricos importantes (anorexia nerviosa grave, por ejemplo).
- Prolongación de las necesidades nutricionales en situaciones preoperatorias y postoperatorias, como sucede en las intervenciones quirúrgicas intestinales extensas o la pancreatitis aguda.

3.3.1 Contraindicaciones de la nutrición parenteral³⁵.

- Tracto gastrointestinal funcional y accesible.
- Inestabilidad hemodinámica.
- Pacientes incapaces de tolerar el volumen y/o cantidad de lípidos, proteínas y carbohidratos necesarios para cubrir los requerimientos nutricionales.
- No puede ser administrada la nutrición parenteral si el individuo tiene inestabilidad cardiorrespiratoria.

3.3.3 Complicaciones de la nutrición parenteral⁹.

La mayoría de las complicaciones de la nutrición parenteral se pueden evitar con un buen manejo de los catéteres y un correcto aporte de macro y micronutrientes. Sin embargo, algunas de ellas, como la hepatopatía y la enfermedad ósea, son inherentes a la técnica y a la artificialidad del acceso y sus componentes.

- Complicaciones mecánicas. Son complicaciones relacionadas con la inserción, mal posicionamiento, obstrucción o salida accidental del catéter. Para evitarlas se necesita una cuidadosa técnica de inserción y mantenimiento del catéter, además de un buen conocimiento de vías centrales.
- Complicaciones infecciosas. Por el riesgo que implica para el paciente, la complicación más importante es la infección asociada al propio catéter. El origen de la sepsis por catéter puede ser: Por falta de asepsia en el momento de la colocación, por manipulación de las conexiones de los equipos de infusión, por las bolsas de nutrición parenteral contaminadas en origen.

3.4 Paciente adulto crítico

El paciente crítico es definido por la Sociedad Americana de Medicina Intensiva, como aquel que se encuentra fisiológicamente inestable, que requiere soporte vital avanzado y una evaluación clínica estrecha con ajustes continuos de terapia según evolución.⁴

El paciente crítico presenta una serie de cambios metabólicos que forman parte de su respuesta adaptativa para hacer frente a la agresión aguda⁵. Entre estos cambios destacan una situación de hipercatabolismo y destrucción muscular.^{6,7}

Las guías europeas, sin embargo, recomiendan iniciar NP en las primeras 24-48 horas en todo paciente crítico que no tiene perspectiva de nutrirse en 3 días por vía enteral.⁸

3.5 Paciente desnutrido.

La desnutrición se define como el estado nutricional resultante de la disminución de la ingesta que conlleva una alteración de la composición corporal: disminución de la masa libre de grasa y de la masa celular corporal que ocasiona una pérdida de función mental y física.¹⁶

Llamamos desnutrición de primer grado a toda pérdida de peso que no pase del 25% del peso que el paciente debería tener, para su edad; llamamos desnutrición de segundo grado cuando

la pérdida de peso fluctúa entre el 25 y el 40%, y, finalmente llamamos desnutrición de tercer grado, a la pérdida de peso del organismo más allá del 40%.

3.6 Vías de administración

3.6.1 Vía central ⁹

La nutrición parenteral central engloba al conjunto de técnicas de administración de nutrientes que han de ser infundidos en una vía venosa central, debido principalmente a la elevada osmolaridad de la solución que sobrepasa los 900 mOsm/L. Al suponer el acceso a venas de mayor calibre, esta vía central permite aportar soluciones de macronutrientes y micronutrientes que presenten elevada osmolaridad sin que haya riesgo de flebitis o trombosis. En general, los accesos centrales más utilizados a nivel hospitalario son directamente a través de la piel, llegando a las venas subclavia o yugular (ver figura N° 5)

El manejo del catéter central es también un factor que propicia complicaciones infecciosas; de entre éstas, la septicemia es la más temida porque representa un aumento significativo en la incidencia de morbilidad y mortalidad, además de costos más elevados¹⁰

3.6.2 Vía periférica

La nutrición parenteral periférica (NPP) puede definirse como la administración de una solución nutricional completa que contenga glucosa, emulsión grasa, aminoácidos, vitaminas y minerales, a través de una vena periférica.¹¹ (Ver figura N° 4)

La NPP, al igual que la NP a través de un catéter venoso central, contiene dextrosa, aminoácidos, electrolitos, vitaminas y minerales, pero en una capacidad más limitada. Uno de los beneficios percibidos de la NPP es la relativa facilidad para establecer un acceso periférico, lo que puede evitar retrasos en el establecimiento de apoyo nutricional. La NPP está destinada a uso o suplementación a corto plazo.¹² Aporta nutrientes de muy baja osmolaridad (< 900 mOsm/L)

La nutrición parenteral periférica es la opción terapéutica óptima para pacientes que necesitan recibir este tipo de tratamiento por un corto periodo (menos de 15 días), debido a que presentan disfunción total o parcial del tracto gastrointestinal.¹³

3.7 Fórmulas de nutrición parenteral lista para usar.

Independiente al acceso venoso, al tipo de nutrimentos o bien al sitio donde se prepara, en el mundo existen 2 formas de preparación de las soluciones; la mezcla 2 en 1 (Ver figura N° 2) que comprende los lípidos por separado del resto de la NP y la 3 en 1 (Ver figura N° 1) donde se encuentran todos los nutrimentos mezclados en la misma bolsa de NP.¹⁴

La presentación 2 en 1 se asocia a un menor riesgo de trombosis, una mayor duración de la vida útil del catéter, y una menor tasa de infecciones y crecimiento microbiano, así como una mayor estabilidad lipídica al no interactuar con otros nutrientes; mientras que las ventajas del 3 en 1 se basan en un menor coste y dificultad de uso, así como una menor contaminación de la fórmula.¹⁵

3.8 Aporte de energía.

El requerimiento energético se define como la cantidad necesaria de energía de una persona (de acuerdo con su edad, género, peso, estatura y nivel de actividad física), que permitirá mantener un balance energético y un adecuado estado de salud, la solución se comienza lentamente en un 50% de los requerimientos calculados.¹⁸

3.8.1 Componentes del gasto energético¹⁹

El cuerpo humano consume energía básicamente para llenar las necesidades de tres procesos metabólicos:

- El gasto energético basal (GEB)
- El efecto térmico de los alimentos (ETA)
- El gasto energético por actividad física (AF)

Estos tres componentes constituyen el gasto energético diario de una persona.

3.8.2 Gasto Energético Basal (GEB)

El Gasto Energético Basal (GEB) es la pérdida de calor o la fracción del gasto de energía total que se requiere para mantener los procesos vitales del cuerpo, como el metabolismo celular, la síntesis de proteínas, el equilibrio de iones, además de las actividades nerviosa, cardiovascular, respiratoria, digestiva, endócrina y la necesaria para el mantenimiento de la temperatura corporal.

El GEB contribuye del 60 al 70% del requerimiento de energía diaria para la mayoría de los individuos sedentarios y cerca del 50% para aquellos que son físicamente activos.²⁰

El GEB en pacientes enfermos aumenta debido al grado de estrés de la enfermedad o la lesión. Esto sucede aun en los pacientes desnutridos sometidos a cirugía o que sufren una enfermedad.¹⁸

3.8.3 Efecto térmico de los alimentos (ETA)

Debe considerarse también el gasto propio de los procesos de digestión, absorción, utilización y almacenamiento de nutrientes. Este efecto depende en buena parte de la cantidad y calidad de la dieta. Si bien las proteínas son el nutriente que ejerce un efecto termogénico mayor, puede decirse que, en una dieta mixta, el ETA representa entre un 10 y un 15 % del Gasto Energético Diario.

En los pacientes hipermetabólicos, con infecciones o fiebre, el ETA es menor a lo normal ya que la producción de calor se encuentra de por sí aumentada. En estos individuos el cálculo del ETA deberá ser de 5 en vez de 10%. Cuando se administren los nutrimentos de manera continua en los pacientes hospitalizados, no se necesita energía para el almacenamiento y síntesis de nutrimentos y por ello puede ignorarse el ETA en el cálculo de los requerimientos de energía¹⁸

3.8.4 Actividad física (AF)¹⁸

La actividad física es el componente que más varía en el gasto energético diario, y puede ser tan bajo como 100 kilocalorías (kcal) al día en personas sedentarias, o tan alto como 3000 kcal al día en personas muy activas, representando de 15 a 30% o más del GET.

En los sujetos enfermos, el estado de catabolismo hace que aumenten sus requerimientos energéticos diarios. Sin embargo, en ellos, normalmente no se incluye un factor de actividad física ya que los pacientes que sufren de estrés moderado a severo no participan en actividades cotidianas normales

3.8.5 Requerimientos de energía.

En la Tabla N° 1 se muestran los requerimientos energéticos por edad. Para el cálculo de las necesidades energéticas.

Tabla N° 1 Requerimientos energéticos.²⁷

Requerimientos energéticos por edades

Edad	Requerimientos energéticos (kcal/kg/día)
Prematuros	120-150
0-1 años	90-20
1-7 años	75-90
8-12 años	60-75
12-18 años	30-60
Adultos	20-30

3.9 Aminoácidos

Las proteínas son moléculas formadas por aminoácidos que se caracterizan por tener un grupo amino (NH₂) y un grupo carboxilo (COOH) unidos al mismo carbono (el carbono alfa). Son esenciales en la construcción, conservación y reparación de los tejidos del organismo, interviene en las funciones hormonales y catalíticas, de transporte como la hemoglobina, de transmisión nerviosa.²¹

Las soluciones de AA parenterales deben contener una adecuada proporción de aminoácidos esenciales y no esenciales; conviene recordar que los AA no esenciales pueden ser esenciales en determinadas circunstancias dependientes de la edad, estrés y enfermedad subyacente.²² En condiciones normales encontramos ocho aminoácidos esenciales (leucina, isoleucina, valina, metionina, lisina, treonina, fenilalanina y triptófano).¹⁸

3.9.1 Requerimientos de aminoácidos

El requerimiento proteico depende de varios factores, como son el estado de nutrición del paciente (presencia de desnutrición), grado de estrés por la enfermedad o lesión, y capacidad fisiológica de metabolizar y utilizar las proteínas.¹⁸

La guía de nutrición internacional American Society For Parenteral and Enteral Nutrition (ASPEN) recomienda valores de requerimientos (Ver Tabla N° 2). Los aminoácidos aportan 4 kcal/g.

Tabla N° 2 Requerimientos diarios de proteínas.²³

Requerimiento diario de proteínas del adulto.

Proteínas	
Mantenimiento	0.8- 1 g/kg
Pacientes catabólicos	1.2-2 g/kg
Falla renal crónica	1.2-1.5 g/kg

3.9.2 Balance proteico o balance de nitrógeno

El balance nitrogenado es la diferencia entre nitrógeno incorporado y el nitrógeno eliminado, mayoritariamente por la orina. El objetivo es conseguir un balance equilibrado en sujetos sanos y un balance positivo en pacientes desnutridos, o que presenten estados catabólicos, de crecimiento, embarazo y lactancia.⁹

Dado que el nitrógeno constituye 16% de las proteínas, cada gramo de nitrógeno urinario (NU) representa 6.25 g de proteínas degradadas. Los ingresos de nitrógeno se calculan dividiendo la cantidad de proteínas administradas, sea por vía oral, enteral o parenteral (aminoácidos) entre 6.25. La idea es que este equilibrio se acerque lo más posible a la neutralidad, aumentando el aporte proteico de la nutrición parenteral si es persistentemente negativo, para evitar o minimizar el consumo catabólico de las proteínas endógenas, que a la larga disminuyen la masa magra corporal. El cálculo del equilibrio nitrogenado es una herramienta útil no sólo para evaluar si la ingestión de proteínas es adecuada, sino también para determinar el grado de catabolismo inducido por la enfermedad. Por ejemplo, se estima que si la pérdida de nitrógeno ureico total es de 10 a 15 g/día se trata de un catabolismo moderado; pero si es mayor de 15 g/día, el catabolismo es severo. Para que el nitrógeno se use de manera efectiva deben administrarse cantidades adecuadas de kilocalorías no proteicas.²¹

Como norma aproximativa, en la Tabla N° 3 se plantean los aportes energético-proteicos recomendados, estableciendo cuatro categorías de pacientes según su estado de nutrición y situación clínica.²⁵

Tabla N° 3 Aportes energético-proteico.²⁵

Aportes recomendados en nutrición parenteral		
Pacientes	g nitrógeno/kg peso/día	kcal no proteica/g N
Agresión leve, buen estado de nutrición	0.15	180
Agresión leve, desnutrición moderada	0.20	150
Agresión moderada, desnutrición moderada	0.20-0.25	120-150
Agresión severa	0.25-0.30	80-120

*En NP los aportes proteicos se expresan habitualmente en g de nitrógeno (1 g de N equivale a 6.25 g de proteína).

*El aporte de la cantidad de AA en la situación de agresión severa es un tema en discusión. Según diversos estudios, la utilización de una mezcla con elevada proporción de aminoácidos de cadena ramificada implicaría la necesidad de aportar una menor cantidad de nitrógeno.

3.10 Carbohidratos

Los carbohidratos son compuestos que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno. Durante el metabolismo se queman para producir energía, y liberan dióxido de carbono (CO₂) y agua (H₂O). Los carbohidratos intervienen en la dieta humana sobre todo en forma de almidones y diversos azúcares.¹⁴

Los hidratos de carbono son la fuente de energía más rápidamente disponible del organismo. El glucógeno, polisacárido de reserva, se encuentra localizado mayoritariamente en el hígado, aunque también en el músculo esquelético. Además, los hidratos de carbono forman parte de elementos estructurales como membranas celulares. Los hidratos de carbono aportan del 50 al 70% de las calorías no proteicas en el metabolismo.¹⁸ Constituyen la principal fuente de energía. La dextrosa (D-glucosa) es el hidrato de carbono de elección.

La glucosa es el carbohidrato más importante en el metabolismo humano como fuente principal de energía para el cerebro, el metabolismo renal, los leucocitos y los eritrocitos.¹⁹

3.10.1 Requerimientos de carbohidratos.

Los requerimientos de hidratos de carbono son similares tanto en sujetos sanos como en enfermos, cada gramo de glucosa aporta 4 kcal si nos referimos a la forma anhidra y 3.4 kcal si es glucosa monohidratada. Los aportes de glucosa varían entre 3-6 g/kg/día para el adulto. En la administración de forma cíclica la tasa de infusión no debe exceder 1.2 g/kg/hora. Cuando se administra en exceso se utiliza para la lipogénesis promoviendo el depósito de grasa.²⁶

3.11 Lípidos

Los lípidos son constituyentes principales de la alimentación. Desde el punto de vista clínico participan en la respuesta inmune al ser precursores de los leucotrienos y prostaglandinas. Además, modifican la susceptibilidad a padecer enfermedad cardiovascular, por intervenir en el perfil y composición de las lipoproteínas. Por último, mantienen la integridad de la epidermis y la barrera intestinal, ya que los ácidos grasos son componentes de las membranas celulares.¹³

Los lípidos deben formar parte de las soluciones de NP por su elevada densidad calórica, por ser fuente de ácidos grasos esenciales, por disminuir la osmolaridad de la solución y por evitar los efectos negativos de la sobrecarga de glucosa. Además, se ha demostrado que su adición a la NP mejora el balance de nitrógeno.²⁶

3.11.1 Requerimientos de lípidos.

Deben representar del 30 al 50% del aporte calórico no proteico. La cantidad mínima debe ser de 1 g/kg/ día, los lípidos aportan 10 kcal/g.

3.12 Electrolitos

Los electrólitos son minerales presentes en la sangre y otros líquidos corporales que llevan una carga eléctrica y son fundamentales en la regulación de muchos procesos fisiológicos. Juegan un papel importante en la homeostasis de los compartimentos intra y extracelulares, cada uno de los cuales contiene un soluto mayor osmóticamente activo que determina su presión osmótica y, a su vez, la distribución de agua entre ambos espacios.¹⁹

La nutrición parenteral debe incluir siempre el aporte de sodio, potasio, calcio y magnesio, salvo que el paciente tenga concentraciones plasmáticas elevadas o exceso de alguno de ellos.⁹

3.12.1 Requerimientos de electrolitos.

La NP contiene también electrolitos en cantidad suficiente para cubrir los requerimientos (Tabla N° 4). Si los niveles séricos de un determinado electrolito están disminuidos pueden necesitarse aportes adicionales en la NP, siempre que se garantice la estabilidad de la mezcla.²²

Tabla N° 4 Requerimientos de electrolitos en adulto.⁹

Recomendación diaria de electrólitos parenterales en adultos	
Sodio	1 a 2 meq/kg
Potasio	1 a 2 meq/kg
Magnesio	30 a 60 mg/kg
Calcio	30 a 60 mg/kg

3.13 Multivitaminas.

Las vitaminas son sustancias orgánicas no sintetizadas por el cuerpo y necesarias para el metabolismo normal. Se dividen tanto en hidrosolubles y liposolubles como en aquellas que tienen o no, función de coenzimas.¹⁹ Es común que los pacientes en UCI presenten déficits de vitaminas, especialmente de las D y A, con valores inferiores en aquellos que reciben nutrición por vía parenteral a largo plazo.¹⁵

3.13.1 Requerimientos de multivitaminas.

Se suministrarán cantidades adecuadas de todas las vitaminas esenciales a todos los pacientes que reciban nutrición médica desde el comienzo del período de apoyo nutricional.²⁸

Las recomendaciones internacionales de la ASPEN son las que generalmente se aceptan en el ámbito internacional (Tabla N° 5).

Tabla N° 5 Comparativo de medicamento multivitamínico disponible en Farmacia del Hospital Nacional El Salvador contra las recomendaciones de la ASPEN.⁹

Vitaminas	ASPEN	Vitafusin
Acido ascórbico	200 mg	100 mg
Tiamina	6 mg	3 mg
Riboflavina	3.6 mg	3.6 mg
Cianocobalamina	5 µg	5 µg
Niacina	40 mg	40 mg
Piridoxina	6 mg	4 mg
Acido pantoténico	15 mg	15 mg
Vitamina A	3300 UI	3300 UI
Vitamina D	200 UI	200 UI
Vitamina E	10 UI	10 UI
Ácido fólico	600 µg	400 µg
Biotina	60 µg	60 µg
Vitamina K	150 µg	0

3.14 Osmolaridad

La osmolaridad es la medida usada por farmacéuticos y médicos para expresar la concentración total (medida en osmoles/litro) de sustancias en disoluciones usadas en medicina. El prefijo "osmo-" indica la posible variación de la presión osmótica en las células, que se producirá al introducir la disolución en el organismo.²⁹

Las formulaciones de alimentación parenteral son hipertónicas para los fluidos corporales. La osmolaridad depende principalmente del contenido de dextrosa, aminoácidos y electrolitos. Se sabe que la osmolaridad máxima tolerada por una vena periférica es de 900 mOsm/L (es probable que también se tolere una osmolaridad más alta, de hasta 1200 mOsm/L). Las fórmulas para administración por vena periférica suelen requerir más líquido y un mayor contenido de grasa como fuente de calorías que las para administración por vena central. Esto es para que la osmolaridad de la fórmula pueda mantenerse en un valor que

pueda ser tolerado por la vena periférica. Las soluciones de dextrosa con una concentración final superior al 10 % no se pueden infundir en venas periféricas y deben administrarse a través de un catéter de acceso venoso central.³⁰

3.15 Requerimientos de agua.²

El agua se utiliza como vehículo de aporte de los diferentes nutrientes. Las cantidades requeridas están en relación con el balance hídrico según el peso y pérdidas extraordinarias. En adultos los requerimientos son de aproximadamente 30-40 ml/kg/día. En el sujeto enfermo es necesario realizar un meticuloso balance hídrico, prestando especial atención a las pérdidas extraordinarias. En pacientes con insuficiencia renal, cardíaca o hepatopatía con ascitis hay que ser muy cuidadosos en el aporte de fluidos para no superar el volumen requerido y sobrecargar estos órganos. Las bolsas “todo en uno” que se utilizan habitualmente suelen contener entre 2.000 y 3.000 ml.

CAPITULO IV

4.0 PRODUCTO FINAL

4.1 Cálculos utilizados para la formulación de nutrición parenteral estándar con electrolitos para ser administrada por vía central.

- El peso estándar de trabajo se obtiene de la siguiente forma:

La media de estatura de los salvadoreños es de 162.5 cm. Con respecto al IMC la literatura dice que está en el rango de 20-24.9 kg/m². Con la fórmula de IMC obtenemos el peso en kg:

$$\text{IMC} = \frac{\text{kg de peso}}{\text{Altura (m)} \times \text{Altura (m)}}$$

De esta fórmula se despeja kg de peso y se obtiene:

$$\text{kg de peso} = \text{IMC} \times \text{Altura (m)} \times \text{Altura (m)}$$

kg de peso = $21 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 1.63 \text{ m} \times 1.63 \text{ m} = 55.4 \text{ kg}$ se toma el valor redondeado a 55 kg.

- Se calculan las necesidades proteicas y no proteicas en paciente de 55 kg aproximando el valor al número entero más cercano obtenido en el paso anterior.
- Se decide la vía de administración de la nutrición parenteral, en este caso será para vía central.
- Se inicia calculando las calorías totales de la nutrición parenteral, según los requerimientos diarios de las guías son de 20-30 kcal/kg/día, en este caso tomaremos la cantidad de 20 kcal/kg/día (ver tabla I).

$$55 \text{ kg} \times 20 \text{ kcal/kg/día} = 1,100 \text{ kcal/día}$$

Se calcula los requerimientos para un inicio de soporte nutricional calculando al 70% de las kcal.

$$1100 \text{ kcal} \times 70\% = 770 \text{ kcal totales.}$$

- Los requerimientos de proteínas para adulto están en el rango de 1.2-1.5 g/kg (ver tabla II) con la finalidad de no provocar síndrome de realimentación se toma el valor de 0.8 g/kg para obtener un balance nitrogenado positivo.

$$55 \text{ kg} \times 0.8 \text{ g/kg} = 44 \text{ g de proteínas.}$$

La disponibilidad en Farmacia es Aminoácidos al 10% P/V en volumen de 500 ml.

Se obtienen los mL de la siguiente forma:

$$\frac{44 \text{ g de proteína}}{10\text{g}} \times 100\text{mL} = 440 \text{ mL de aminoácidos al 10\% P/V}$$

- Distribución de calorías.

Las calorías totales se dividirán en calorías proteicas y no proteicas en las cuales se tiene a los carbohidratos y lípidos. Según las referencias bibliográficas las proteínas aportan 4 kcal/g; en cuanto a los carbohidratos aportan 3.4 kcal/g y los lípidos 10 kcal/g. con lo anterior se procede:

$$\text{Calorías proteicas} = 44 \text{ g} \times 4 \text{ kcal/g} = 176 \text{ kcal de proteínas}$$

Se resta la cantidad de calorías totales con las calorías de proteínas obteniendo de esta forma la cantidad de calorías no proteicas:

$$770 \text{ kcal totales} - 176 \text{ kcal de proteínas} = 594 \text{ kcal no proteicas.}$$

- Distribución de calorías no proteicas.

En este caso se debe distribuir la cantidad de calorías entre los carbohidratos y los lípidos. Tomando en cuenta lo que las guías recomiendan se debe tomar un 60% de calorías para el caso de los carbohidratos y de lípidos 40%.

- Carbohidratos.

$$594 \text{ kcal no proteicas} \times 60\% = 356.4 \text{ kcal para los carbohidratos.}$$

El aporte en gramos de carbohidratos será:

$$\frac{356.4 \text{ kcal}}{3.4 \text{ kcal/g}} = 104.82 \text{ g de carbohidratos}$$

La presentación farmacéutica disponible en Farmacia es de Dextrosa al 50% en 500 mL. Calculamos la cantidad de Dextrosa al 50% en mL:

$$\frac{104.82 \text{ g de carbohidratos}}{50\text{g}} \times 100\text{mL} = 209.64 \text{ mL de Dextrosa } 50\% \text{P/V}$$

– Lípidos.

594 kcal no proteicas x 40% = 237.6 kcal para los lípidos.

El aporte en gramos de lípidos será:

$$\frac{237.6 \text{ kcal}}{10 \text{ kcal/g}} = 23.76 \text{ g de lípidos}$$

Los lípidos disponibles en Farmacia son de 20% P/V en 500 mL. Se calcula la cantidad de lípidos en mL:

$$\frac{23.76 \text{ g de lípidos}}{20\text{g}} \times 100\text{mL} = 118.8 \text{ mL de Lípidos } 50\%$$

– Parámetros de control.

Estos controles son necesarios para verificar que los componentes de la nutrición parenteral no excedan los valores permitidos en cada uno de ellos.

Balance nitrogenado. (Ver tabla N° 3)

$$\frac{\text{g de proteínas}}{6.25} = \frac{44 \text{ g}}{6.25} = 7.04 \text{ g de Nitrógeno}$$

$$\frac{\text{kcal no proteicas}}{\text{g de nitrógeno}} = \frac{594 \text{ kcal}}{7.04 \text{ g de N}} = 84.37 \text{ kcal/g}$$

La relación de kilocalorías y gramos de nitrógeno es suficiente para que la energía se obtenga en mayor medida de los carbohidratos y lípidos de tal forma que las proteínas

se utilicen en los procesos metabólicos donde se necesitan mantenimiento, regeneración de tejido muscular entre otros.

Carbohidratos no más de 5 g/kg/día.

$$\frac{104.82 \text{ g de carbohidratos}}{55 \text{ kg peso}} = 1.90 \text{ g/kg/día}$$

Se comprueba que la cantidad no supera el valor establecido en las guías ESPEN de no más de 5 g/kg/día.

Lípidos no más de 1 g/kg/día.

$$\frac{23.76 \text{ g de lípidos}}{55 \text{ kg peso}} = 0.432 \text{ g/kg/día}$$

Se comprueba que la cantidad no supera el valor establecido en las guías ESPEN de no más de 1 g/kg/día.

– Electrolitos

Cloruro de sodio 20% (3.42 meq/mL), ampolla de 10 mL. Los requerimientos de sodio son de 1-2 meq/kg/día (ver tabla N° 4).

$$55 \text{ kg} \times 1 \text{ meq/kg/día} = 55 \text{ meq/día}$$

Calculamos la cantidad de sodio en mL:

$$\frac{55 \text{ meq/día}}{3.42 \text{ meq/mL}} = 16.08 \text{ mL/día de cloruro de sodio}$$

Cloruro de potasio 2 meq/mL, ampolla de 10 mL. Los requerimientos de potasio son de 1-2 meq/día (ver tabla IV).

$$55 \text{ kg} \times 1 \text{ meq/kg/día} = 55 \text{ meq/día}$$

Calculamos la cantidad de potasio en mL:

$$\frac{55 \text{ meq/día}}{2 \text{ meq/mL}} = 27.5 \text{ mL/día de cloruro de potasio}$$

Sulfato de magnesio 50% (5g/10 mL). Los requerimientos de magnesio son de 30-60 mg/kg/día.

$$\frac{30 \text{ mg/kg/día}}{1000 \text{ mg}} \times 1 \text{ g} = 0.03 \text{ g/kg/día}$$

$$55 \text{ kg} \times 0.03 \text{ g/kg/día} = 1.65 \text{ g/día}$$

Calculamos la cantidad de magnesio en mL:

$$\frac{1.65 \text{ g/día} \times 10 \text{ mL}}{5 \text{ g}} = 3.3 \text{ mL /día de magnesio}$$

Gluconato de calcio 10% (1g/10mL). Los requerimientos de calcio son de 30-60 mg/kg.

$$\frac{30 \text{ mg/kg/día}}{1000 \text{ mg}} \times 1 \text{ g} = 0.03 \text{ g/kg/día}$$

$$55 \text{ kg} \times 0.03 \text{ g/kg} = 1.65 \text{ g/día}$$

Calculamos la cantidad de calcio en mL:

$$\frac{1.65 \text{ g/día} \times 10 \text{ mL}}{1 \text{ g}} = 16.5 \text{ mL/día de calcio}$$

- Multivitaminas: El medicamento disponible en Farmacia del Hospital Nacional El Salvador cumple con las recomendaciones que las guías ASPEN indican en la tabla N° 5, la presentación farmacéutica es polvo liofilizado frasco por 5 mL, por lo tanto,

para los requerimientos de un adulto solamente se necesitaría la administración de 1 frasco salvo que el facultativo indique lo contrario.

- Volumen total de la nutrición parenteral por vía central= 837.54 mL.

Tabla N° 6 Detalle de fórmula de nutrición parenteral estándar central:

Componente:	Requerimiento	Volumen:
Aminoácidos 10% sin electrolitos	0.8 g/kg/día	440 mL
Dextrosa 50%	1.58 g/kg/día	209.64 mL
Lípidos 20%	0.54 g/kg/día	118.8 mL
Cloruro de sodio	1 mEq/kg/día	16.08 mL
Cloruro de potasio	1 mEq/kg/día	27.5 mL
Sulfato de magnesio	30 mg/kg/día	3.3 mL
Gluconato de calcio	30 mg/kg/día	16.5 mL
Multivitaminas	5mL	5 mL
Volumen total		836.82 mL

Fuente: Elaboración propia.

Osmolaridades declaradas por fabricante

Aminoácidos 10% sin electrolitos	864 mOsm/L
Dextrosa 50%	2778 mOsm/L
Lípidos 20%	380 mOsm/L

Calculamos la osmolaridad de cada uno de los componentes:

- Aminoácidos 10%.

$$440 \text{ mL de aminoácidos} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 0.44 \text{ L}$$

$$0.44 \text{ L de aminoácidos} \times \frac{864 \text{ mOsm}}{1 \text{ L}} = 380.16 \text{ mOsm}$$

- Dextrosa 50%

$$209.64 \text{ mL de Dextrosa } 50\% \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 0.21 \text{ L}$$

$$0.21 \text{ L de Dextrosa } 50\% \times \frac{2778 \text{ mOsm}}{1 \text{ L}} = 583.38 \text{ mOsm}$$

- Lípidos 20 %.

$$118.8 \text{ mL de lípidos} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 0.12 \text{ L}$$

$$0.12 \text{ L de lípidos} \times \frac{380 \text{ mOsm}}{1 \text{ L}} = 45.6 \text{ mOsm}$$

- Cloruro de sodio ampolla de 10 ml, 20% (3.2 meq/mL).

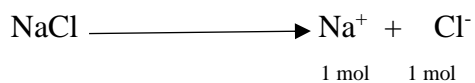
$$10 \text{ mL de ampolla} \times \frac{20 \text{ g de NaCl}}{100 \text{ mL}} = 2 \text{ g de NaCl en } 10 \text{ mL}$$

Na 22.989769 g/mol

Cl 35.453 g/mol

58.443 g/mol

$$2 \text{ g de NaCl} \times \frac{1 \text{ mol}}{58.443 \text{ g}} = 0.0342 \text{ moles}$$



$$0.0342 \text{ moles} \times \frac{2 \text{ Osm}}{1 \text{ mol}} = 0.0684 \text{ Osm}$$

$$0.0684 \text{ Osm} \times \frac{1000 \text{ mOsm}}{1 \text{ Osm}} = 68.4 \text{ mOsm}$$

$$16.08 \text{ mL} \times \frac{68.4 \text{ mOsm}}{10 \text{ mL}} = 110 \text{ mOsm}$$

- Cloruro de potasio ampolla de 10 mL, 0.1491 g (equivalentes a 2 meq/mL)

$$10 \text{ mL de KCl} \times \frac{0.1491 \text{ g de KCl}}{1 \text{ mL}} = 1.491 \text{ g de KCl en 10 mL}$$

K 39.0983 g/mol

Cl 35.453 g/mol

74.55 g/mol

$$1.491 \text{ g de KCl} \times \frac{1 \text{ mol}}{74.55 \text{ g}} = 0.02 \text{ moles}$$



$$0.02 \text{ moles} \times \frac{2 \text{ Osm}}{1 \text{ mol}} = 0.04 \text{ Osm}$$

$$0.04 \text{ Osm} \times \frac{1000 \text{ mOsm}}{1 \text{ Osm}} = 40 \text{ mOsm}$$

$$27.5 \text{ mL} \times \frac{40 \text{ mOsm}}{10 \text{ mL}} = 110 \text{ mOsm}$$

- Sulfato de magnesio 50% (5gr/10 mL), ampolla de 10 mL.

Mg 1 x 24.305 24.305g/mol

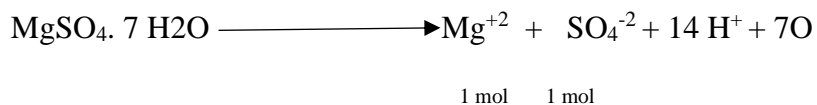
S 1 x 32.065 32.065 g/mol

O 11 x 15.999 175.989 g/mol

H 14 x 1.00784 14.10976 g/mol

246.46876 g/mol

$$5 \text{ gr de MgSO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol}}{246.46876 \text{ g}} = 0.0203 \text{ moles}$$



$$0.0203 \text{ moles} \times \frac{2 \text{ Osm}}{1 \text{ mol}} = 0.0406 \text{ Osm}$$

$$0.0406 \text{ Osm} \times \frac{1000 \text{ mOsm}}{1 \text{ Osm}} = 40.6 \text{ mOsm}$$

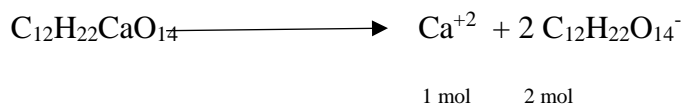
$$3.3 \text{ mL} \times \frac{40.6 \text{ mOsm}}{10 \text{ mL}} = 13.40 \text{ mOsm}$$

- Gluconato de calcio 10%, ampolla 10 mL. Requerimientos de calcio 30-60 meq/kg/día.

$$10 \text{ mL de ampolla} \times \frac{10 \text{ g de calcio gluconato}}{100 \text{ mL}} = 1 \text{ g de calcio gluconato en 10 mL}$$

Ca	1 x 40.078	40.078 g/mol
C	12 x 12.011	144.132 g/mol
O	14 x 15.999	223.986 g/mol
H	22 x 1.00784	22.172 g/mol
		430.368 g/mol

$$1 \text{ g de gluconato de calcio} \times \frac{1 \text{ mol}}{430.368 \text{ g}} = 0.00232 \text{ moles}$$



$$0.00232 \text{ moles} \times \frac{3 \text{ Osm}}{1 \text{ mol}} = 0.00696 \text{ Osm}$$

$$0.00696 \text{ Osm} \times \frac{1000 \text{ mOsm}}{1 \text{ Osm}} = 6.96 \text{ mOsm}$$

$$16.5 \text{ mL} \times \frac{6.96 \text{ mOsm}}{10 \text{ mL}} = 11.48 \text{ mOsm}$$

Osmolaridad:

$$\frac{\text{mOsm}}{\text{L}} = \frac{(380.16+583.38+45.6+110+110+13.40+11.48)\text{mOsm}}{0.84 \text{ L}} = 1492.88 \text{ mOsm/L}$$

Con los cálculos realizados se pudo determinar la osmolaridad para la propuesta de nutrición parenteral por vía central dando como resultado un valor de: 1492.88 mOsm/L.

4.2 Formulación para nutrición parenteral estándar con electrolitos para ser administrada por vía periférica.

Los valores de cada uno de los componentes de la fórmula de nutrición parenteral estándar periférica serán los mismos calculados anteriormente para la nutrición parenteral central.

Para que esta fórmula cumpla con el valor de osmolaridad permitido (< 900 mOsm/L) para vía periférica es necesario agregar agua dentro de la formulación de la siguiente forma:

Los valores recomendados de agua por kilogramo de peso son:

30-35 mL/kg/día.

Se define un valor intermedio de 15 mL de agua por kilogramo de peso al día, considerando la posibilidad que el paciente posea restricción hídrica, o que se esté administrando agua por otra vía, ya sea en medicamentos diluidos, tomas de agua etc.

Con base a lo anterior se calcula la cantidad de agua que se debe adicionar a la formulación de nutrición parenteral periférica:

$$55 \text{ kg} \times 15 \text{ mL} = 825 \text{ mL de agua}$$

Tabla N° 7 Detalle de fórmula de nutrición parenteral estándar periférica.

Componente:	Requerimiento	Volumen:
Aminoácidos 10% sin electrolitos	0.8 g/kg/día	440 mL
Dextrosa 50%	1.58 g/kg/día	209.64 mL
Lípidos 20%	0.54 g/kg/día	118.8 mL
Cloruro de sodio	1 mEq/kg/día	16.08 mL
Cloruro de potasio	1 mEq/kg/día	27.5 mL
Sulfato de magnesio	30 mg/kg/día	3.3 mL
Gluconato de calcio	30 mg/kg/día	16.5 mL
Multivitaminas	5mL	5 mL
Agua	15 mL/kg/día	825.0 mL
Volumen total		1661.82 mL

Fuente: Elaboración propia.

Osmolaridad:

$$\frac{\text{mOsm}}{\text{L}} = \frac{(380.16+583.38+45.6+110+110+13.40+11.48)\text{mOsm}}{1.66 \text{ L}} = 755.43 \text{ mOsm/L}$$

Con los cálculos realizados se pudo determinar la osmolaridad para la propuesta de nutrición parenteral por vía periférica dando como resultado un valor de: 755.43 mOsm/L.

CAPITULO V

5.0 CONCLUSIONES

1. El paciente adulto crítico hospitalizado en la Unidad de Cuidados Intensivos está en riesgo de sufrir desnutrición esto debido a las diferentes patologías presentadas, por lo tanto, es necesario administrar un soporte nutricional temprano y adecuado para prevenir la desnutrición, el deterioro físico y metabólico. Estas formulaciones de nutrición parenteral estándar con electrolitos calculados según los datos proporcionados por las guías internacionales ASPEN/ESPEN ayuda a cubrir las necesidades nutricionales de los pacientes adultos críticos de la Unidad de Cuidados Intensivos, disminuyendo la probabilidad de desnutrición hospitalaria mientras se realizan los exámenes de laboratorio, medidas antropométricas y otros estudios clínicos con la finalidad de administrar soporte nutricional individualizado.
2. La osmolaridad de la nutrición parenteral estándar con electrolitos es uno de los aspectos importantes ya que este valor determinará la vía de administración central para una osmolaridad mayor a 900 mOsm/L o periférica para una osmolaridad menor a 900 mOsm/L de la fórmula con la finalidad de evitar complicaciones tromboticas.
3. La implementación de estas propuestas de nutrición parenteral estándar requiere de colaboración multidisciplinaria conformada por médicos, farmacéuticos y enfermería para obtener resultados positivos en la terapia medica nutricional de los pacientes, buscando reducir el tiempo de la estancia hospitalaria y favorecer su pronta recuperación.
4. Las propuestas de nutrición parenteral estándar calculadas para un peso de 55 kg, están validadas por una especialista en el área de nutrición clínica del Hospital Nacional El Salvador y así ser utilizadas dentro de la institución de salud.
5. Las propuestas de fórmula de nutrición parenteral con electrolitos propuestas en este trabajo pueden ser utilizada como una medida de emergencia paliativa en el caso de desabastecimiento de cualquier establecimiento de salud que requiera suplir las necesidades de los pacientes que requieran soporte nutricional y que se adecua a las necesidades, según el cálculo de todos los componentes de la fórmula.

CAPITULO VI

6.0 RECOMENDACIONES

1. Utilizar las guías de nutrición ASPEN/ESPEN para el inicio del soporte nutricional en pacientes adultos críticos durante las primeras 24 a 48 horas de hospitalización en la Unidad de Cuidados Intensivos.
2. Para los químicos farmacéuticos, reforzar sus conocimientos sobre la importancia, beneficios y posibles complicaciones que el uso de las nutriciones parenterales en general conlleva.
3. Para los químicos farmacéuticos y personal de salud en general, incorporarse o formar un equipo médico multidisciplinario en cada hospital para aportar y ejecutar desde su formación profesional acciones que mejoren la atención en salud que se brinda en los centros hospitalarios del país incluyendo el soporte nutricional temprano en los pacientes adultos críticos.
4. Para el personal de salud en general realizar el seguimiento activo de los pacientes que cumplen régimen de nutrición parenteral monitoreando la evolución del mismo con la finalidad de evitar la desnutrición iatrogénica.
5. Para la implementación de las propuestas de nutrición parenteral estándar es necesario que el equipo médico valore la cantidad de calorías, micronutrientes, macronutrientes, electrolitos y multivitaminas que contiene cada una de las fórmulas planteadas
6. Al equipo multidisciplinario a monitorear constantemente los parámetros clínicos de los pacientes para poder evitar complicaciones tanto físicas, microbiológicas y metabólicas.
7. Al equipo multidisciplinario el uso de estas fórmulas tomando en cuenta la evaluación médica previa sobre la incorporación de multivitaminas y oligoelementos a la nutrición parenteral estándar en días alternos.
8. Para futuras investigaciones tener en cuenta las actualizaciones que las guías internacionales realizan, esto con el objetivo de evitar complicaciones metabólicas en los pacientes y poder lograr su egreso hospitalario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chanax M. Mejora Del Proceso De Producción De Nutriciones Parenterales, En El Departamento De Farmacia Del Hospital General San Juan De Dios [Tesis]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería; 2009.64-70p.
2. Pauls B. Nutrición Parenteral [Internet]; [citado el 18 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://svfh.es/wp-content/uploads/2020/12/M%C3%93DULO-14.-NUTRICI%C3%93N-PARENTERAL.pdf>
3. Salusplay. Salusplay. TEMA3. NUTRICION EN EL PACIENTE CRITICO [Internet].; 2024 [citado 2024 mayo 18]. Disponible en: <https://www.salusplay.com/apuntes/cuidados-intensivos-uci/tema3-nutricion-en-el-paciente-critico>.
4. Lara A. Cataldo A. Castro R. Aguilera P. Ruiz C. Andresen M. Medicina de urgencia y unidades de cuidados intensivos: Una alianza necesaria en busca de la mejoría de la atención de pacientes críticos. Rev. méd. Chile [Internet]. 2016 jul [citado 2024 mayo18];144(7):911-917.Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003498872016000700014&lng=es.http://dx.doi.org/10.4067/S003498872016000700014.
5. Preiser J. Zanten A. Berger M. Biolo G. Casaer M. Doig G. et al. Metabolic and nutritional support of critically ill patients: consensus and controversies. Crit Care. 2015 Jan 29;19(1):35. doi: 10.1186/s13054-015-0737-8. PMID: 25886997; PMCID: PMC4310041.
6. Lodeserto F. Yende S. Understanding skeletal muscle wasting in critically ill patients. Critical Care 2014; 18: 617.
7. Puthuchery Z. Rawal J. McPhail M. et al. Acute skeletal muscle wasting in critical illness. JAMA 2013; 310: 1591-600.
8. Alonso C. Nutrición parenteral en el paciente crítico: indicaciones y controversias [Internet]. Aulamedica.es. [citado el 18 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.aulamedica.es/nutricionclinicamedicina/pdf/5048.pdf>

9. Pauls B. Nutrición Parenteral [Internet]; [citado el 18 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://svfh.es/wp-content/uploads/2020/12/M%C3%93DULO-14.-NUTRICI%C3%93N-PARENTERAL.pdf>
10. Payne-James J. Khawaja H. First choice for total parenteral nutrition: the peripheral route. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 1993;17(5):468-478.
11. Culebras J. Martín-Pena G. García-de-Lorenzo A. et al. Practical aspects of peripheral parenteral nutrition. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2004;7(3):303-307.
12. Kathleen M. Gura G. Is There Still a Role for Peripheral Parenteral Nutrition? 2009 24:709-17
13. Anaya R. Prado Arenas H. Arenas D. Nutrición enteral y parenteral. Segunda ed. Aguilar HFG, editor. Mexico D.F.: MCGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V.; 2012.
14. Nuñez I. Nutrición Parenteral: Macronutrientes, electrolitos y vitaminas, *Revista Gastrohnp* Año 2011 Volumen 13 Número 2 Suplemento 1: S37-S43
15. Peña M. “TERAPIA NUTRICIONAL EN EL PACIENTE CRÍTICO”. TESIS. ESPAÑA: Universidad de Valladolid, Área de Nutrición y Bioquímica; 2021.
16. Zárate Sáez M. Protocolo diagnóstico y manejo de la desnutrición en el paciente mayor. *Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*. 2022; III (62).
17. Ravasco P. Anderson H. Mardones F. Métodos de valoración del estado nutricional. *Nutr. Hosp.* [Internet]. 2010 oct [citado 2024 mayo 31]; 25 (Suppl 3): 57-66. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112010000900009&lng=es
18. Anaya R. Prado Arenas H. Arenas D. Nutrición enteral y parenteral. Segunda ed. Aguilar HFG, editor. Mexico D.F.: MCGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V.; 2012.
19. Anaya R. Prado Arenas H. Arenas D. Nutrición enteral y parenteral. Segunda ed. Aguilar HFG, editor. Mexico D.F.: MCGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V.; 2012.
20. Olgún G. Repositorio Institucional UANL. [Internet].; 2015 [citado 2024 MAYO 30]. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/9370/1/Documento0.pdf>.

21. Mayra S. Castro A. Actualidades en nutrición parenteral. Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas. 2009 enero-marzo; XIV (1).
22. Villares J. Composición de las fórmulas de nutrición parenteral. Nutr Hosp Suplementos. 2009 octubre; II (1).
23. 2004 Safe Practices for Parenteral Nutrition - [Endorsed by the American Society of Health-System Pharmacists (ASHP)] JPEN 2004, Vol 28, Issue 6, pp. S39-S70.
24. López L. Metabolismo y nutrición en el paciente crítico. Tesis. Valladolid: Universidad de Valladolid, Cirugía; 2020.
25. Pérez S. Sociedad Española de Oncología Médica. [Internet]. [citado 2024 junio 9]. Disponible en:
https://www.seom.org/seomcms/images/stories/recursos/infopublico/publicaciones/soporteNutricional/pdf/cap_12.pdf.
26. Villares J. Composición de las fórmulas de nutrición parenteral. Nutrición Hospitalaria Suplementos. 2009 octubre; II (1).
27. Muñoz J. Asociación Española de Pediatría. [Internet]. [citado 2024 Junio 9]. Disponible en: https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/6-nutricion_parenteral.pdf.
28. Mette M. Berger A. ESPEN micronutrient guideline. Clinical Nutritions. 2022 febrero; i.
29. LUMITOS A. QUIMICA.ES. [Internet].; 1997-2024 [citado 2024 junio 10]. Disponible en: <https://www.quimica.es/enciclopedia/Osmolaridad.html#>.
30. Parenteral Nutrition Curriculum Adults. Tesis. New York: Nassau University, Medical center; 2007.
31. B. Braun. B. Braun Medical. [Internet]. [citado 2024 06 27]. Disponible en: <https://www.bbraun.es/es/productos-y-soluciones/product-catalog/nutricion-clinica/nutricion-parenteral.html>.
32. Memorial Sloan Kettering Cancer Center. Memorial Sloan Kettering Cancer Center. [Internet].; 2024 [citado 2024 julio 1]. Disponible en: <https://www.mskcc.org/es/cancer-care/patient-education/about-your-peripherally-inserted-central-catheter-picc>.

33. NIH. Instituto Nacional del Cancer. [Internet]. [citado 2024 julio 1. Disponible en: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/cateter-central-de-acceso-venoso>.
34. NIH. Instituto Nacional del Cancer. [Internet]. [citado 2024 julio 1. Disponible en: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/cateter-venoso-periferico>.
35. Santos E., Gomez F., Lacasa C. Indicaciones y contraindicaciones de la nutrición enteral y parenteral. researchgate. researchgate octubre; 9(19).

ANEXOS

ANEXO N° 1



Figura N° 1 Bolsas de nutrición parenteral 3 en 1 (listas para usar).³¹



Figura N° 2 Bolsas de 2 en 1 de nutrición parenteral.³¹

ANEXO N° 2



Figura N° 3 EVA MIXING CONTAINER GRAVITY (bolsa de etilenvinilacetato EVA de nutrición parenteral) 2000 mL y 1000 mL.³¹

ANEXO N° 3

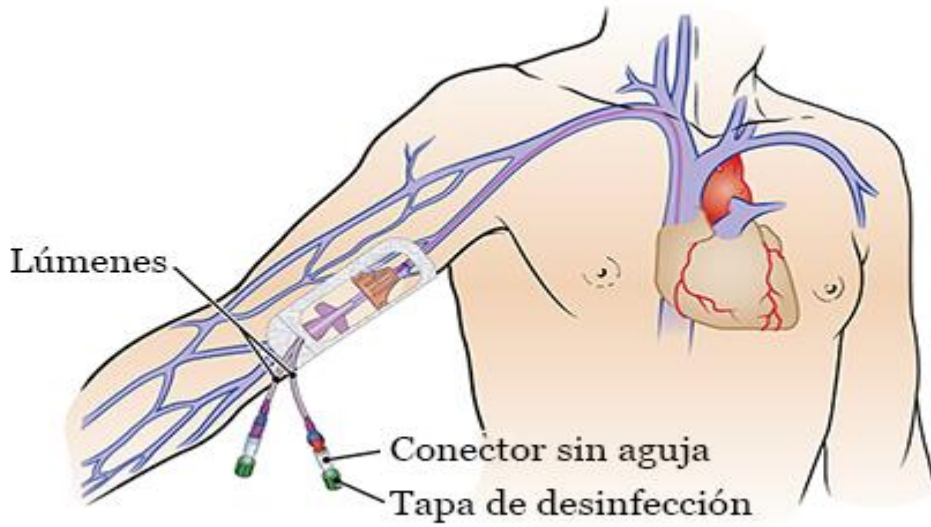


Figura N° 4 Partes de un Catéter central de inserción periférica (PICC)³²

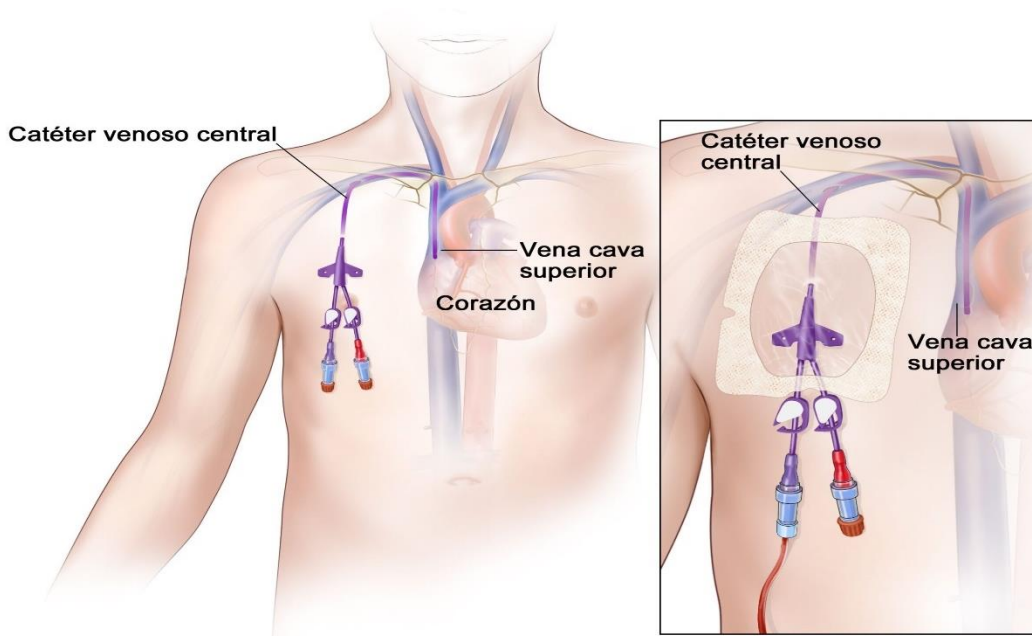


Figura N° 5 Catéter venoso central utilizado para administrar nutrición parenteral total.³³

ANEXO N° 4

Catéter venoso periférico

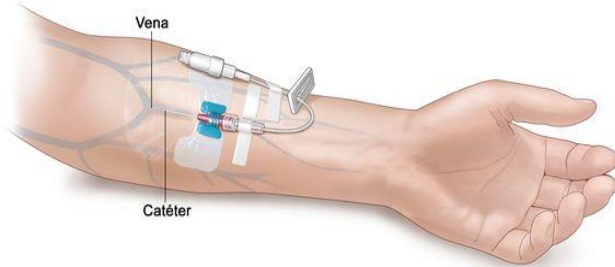


Figura N° 6 Catéter venoso periférico.³⁴

ANEXO N° 5



HOSPITAL NACIONAL EL SALVADOR
FARMACIA
CENTRAL DE MEZCLAS DE NUTRICION PARENTERAL
INDICACIÓN MÉDICA PARA PREPARACION DE NUTRICIÓN PARENTERAL



Calorías: 770 kcal Proteínas: 44 g g de Nitrógeno: 7.04 g Kcal No proteicas: 594 kcal Carbohidratos: 104.82 g Lípidos: 23.76 Relación kcal no proteicas: N: 84.37:1

PACIENTE: _____ CAMA: _____
 EXPEDIENTE: _____ EDAD: _____ PESO (Kg): 55 IMC: 21 kg/m² DIAGNOSTICO: _____
 FECHA: _____ SERVICIO: _____ VIA DE ADMINISTRACIÓN: CENTRAL

COMPONENTES BASE:	USO EXCLUSIVO DE FARMACIA
AMINOACIDOS 10%: <u>0.8</u> g/Kg <u>440</u> cc	
DEXTROSA 50%: <u>1.90</u> g/Kg <u>209.64</u> cc	
ACIDOS GRASOS 20%: <u>0.432</u> g/Kg <u>118.8</u> cc	
ELECTROLITOS:	
CLORURO DE SODIO 20% (3.42 meq/mL): <u>1</u> meq/Kg <u>16.08</u> cc	
CLORURO DE POTASIO 2meq/mL: <u>1</u> meq/Kg <u>27.5</u> cc	
SULFATO DE MAGNESIO 50%: <u>30</u> mg/kg <u>3.3</u> cc	
GLUCONATO DE CALCIO 10%: <u>30</u> mg/kg <u>16.5</u> cc	
ADITIVOS:	
MULTIVITAMINAS: <u>5</u> cc	
VOLUMEN TOTAL: <u>836.82 mL</u> VELOCIDAD DE INFUSIÓN: _____	
OSMOLARIDAD: <u>1492.88 mOsm/L</u>	
FIRMA Y SELLO DEL MEDICO: _____	
FARMACEUTICO RESPONSABLE: _____	

Figura N° 7 Formato de indicación médica de nutrición parenteral estándar con electrolitos para ser administrada por vía central.

Fuente: Formato adaptado del proceso interno de preparación de nutrición parenteral Farmacia HNES según PEO FAR-062-HNES-P.

ANEXO N° 6



MINISTERIO
DE SALUD

HOSPITAL NACIONAL EL SALVADOR
FARMACIA
CENTRAL DE MEZCLAS DE NUTRICION PARENTERAL
INDICACIÓN MÉDICA PARA PREPARACION DE NUTRICIÓN PARENTERAL



Calorías: 770 kcal Proteínas: 44 g g de Nitrógeno: 7.04 g Kcal No proteicas: 594 kcal Carbohidratos: 104.82 g Lípidos: 23.76 Relación kcal no proteicas: N: 84.37:1

PACIENTE: _____ CAMA: _____

EXPEDIENTE: _____ EDAD: _____ PESO (Kg): 55 IMC: 21 kg/m² DIAGNOSTICO: _____

FECHA: _____ SERVICIO: _____ VIA DE ADMINISTRACIÓN: PERIFERICA

COMPONENTES BASE:	USO EXCLUSIVO DE FARMACIA
AMINOACIDOS 10%: <u>0.8</u> g/Kg <u>440</u> cc DEXTROSA 50%: <u>1.90</u> g/Kg <u>209.64</u> cc ACIDOS GRASOS 20%: <u>0.432</u> g/Kg <u>118.8</u> cc AGUA: <u>15</u> mL/kg <u>825</u> cc	
ELECTROLITOS: CLORURO DE SODIO 20% (3.42 meq/mL): <u>1</u> meq/Kg <u>16.08</u> cc CLORURO DE POTASIO 2meq/mL: <u>1</u> meq/Kg <u>27.5</u> cc SULFATO DE MAGNESIO 50%: <u>30</u> mg/kg <u>3.3</u> cc GLUCONATO DE CALCIO 10%: <u>30</u> mg/kg <u>16.5</u> cc	
ADITIVOS: MULTIVITAMINAS: <u>5</u> cc VOLUMEN TOTAL: <u>1661.82 mL</u> VELOCIDAD DE INFUSIÓN: _____ OSMOLARIDAD: <u>755.43 mOsm/L</u>	
FIRMA Y SELLO DEL MEDICO: _____ FARMACEUTICO RESPONSABLE: _____	

Figura N° 8 Formato de indicación médica de nutrición parenteral estándar con electrolitos para ser administrada por vía periférica.

Fuente: Formato adaptado del proceso interno de preparación de nutrición parenteral Farmacia HNES según PEO FAR-062-HNES-P.

ANEXO N° 7



Distrito de San Salvador y Capital de la República, 14 de agosto de 2024

PARA: Srita. Madeline Lissette Ramírez Hernández.

Estudiante egresada de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

Lic. Daniel Antonio Vividor Ramos.

Coordinador de Nutrición Parenteral de Farmacia, Hospital Nacional El Salvador.



Dra. Senia Cristela Benitez Cruz
DOCTORA EN MEDICINA
J.V.P.M. No. 7872

DE: Medico Nutriólogo. Senia Cristela Benítez Cruz.

Jefe del Departamento de Nutrición, Hospital Nacional El Salvador

ASUNTO: Validación de propuestas de fórmulas de nutrición parenteral con electrolitos una por vía periférica y otra por vía central.

Por este medio hago constar que he revisado a detalle las propuestas de nutrición parenteral estándar con electrolitos una por vía central y otra por vía periférica y por tanto valido los cálculos realizados por la Srita. Madeline Lissette Ramírez Hernández bajo la supervisión del Lic. Daniel Antonio Vividor Ramos para su formulación, y que el aporte calórico, proteico, electrolitos, micronutrientes y valores de osmolaridad están dentro de los parámetros que establecen las guías ASPEN/ ESPEN para el soporte nutricional.

Por otra parte, las propuestas de nutrición parenteral estándar con electrolitos una por vía central y otra por vía periférica pueden ser de utilidad en los siguientes casos dentro del hospital:

- 1- Inicio de soporte nutricional temprano en pacientes con estancia mayor a 48 horas en el servicio de cuidados críticos y que poseen impedimento del uso de la vía oral, enteral o ambas, mientras se realiza una evaluación individualizada de la condición clínica y nutricional de este.

Avenida Revolución #222, San Salvador. Hospital Nacional El Salvador
Teléfono (503) 2594-2100 Ext: 2156.

1/2

Figura N° 9 Validación de propuestas de fórmulas de nutrición parenteral estándar con electrolitos.

Fuente: Documentación interna Hospital Nacional El Salvador.



- 2- Las propuestas de formulas de nutrición parenteral estándar con electrolitos una por vía central y otra por vía periférica, pueden ser utilizadas de forma suplementaria con los pacientes no alcanzan el 70% de los requerimientos calóricos y proteicos por vía oral o enteral.
- 3- Como herramienta disponible para los médicos intensivistas que necesiten iniciar el soporte nutricional temprano a pacientes candidatos a recibir nutrición parenteral, ahorrando el tiempo de calcular manualmente los requerimientos de cada uno de los componentes de la nutrición parenteral facilitando de esta forma el proceso de prescripción.

Para los fines académicos correspondientes en beneficio de la Srta. Madeline Lissette Ramírez Hernández quien realizó su trabajo de grado bajo la modalidad de Prácticas Profesionales Supervisadas realizadas durante el periodo de febrero a agosto de 2024 en El Hospital Nacional El Salvador, se extiende el presente documento para ser anexado a su informe final.

Sin más que agregar.