

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA
FACULTAD DE MEDICINA Y CIENCIAS BIOMÉDICAS
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
CHIHUAHUA**

**“EFECTIVIDAD EN RECUPERACIÓN BIOQUÍMICA DE VITAMINAS CON
ALIMENTO TERAPÉUTICO LISTO PARA CONSUMO VS SUPLEMENTACIÓN
COMERCIAL EN PACIENTES CON DESNUTRICIÓN PRIMARIA DE 6 A 59 MESES”**

**POR:
DRA. KAREN FARAH TANNOUS**

TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE:

ESPECIALIDAD EN PEDIATRÍA MÉDICA

CHIHUAHUA, CHIH., MÉXICO.

FEBRERO 2025



Universidad Autónoma de Chihuahua
Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas
Secretaría de Investigación y Posgrado.

La tesis **“EFECTIVIDAD EN RECUPERACIÓN BIOQUÍMICA DE VITAMINAS CON ALIMENTO TERAPÉUTICO LISTO PARA CONSUMO VS SUPLEMENTACIÓN COMERCIAL EN PACIENTES CON DESNUTRICIÓN PRIMARIA DE 6 A 59 MESES”** que presenta **KAREN FARAH TANNOUS**, como requisito parcial para obtener el grado de: Especialidad en **PEDIATRÍA MÉDICA** ha sido revisada y aprobada por la Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas

DR. SAID ALEJANDRO DE LA CRUZ REY
Secretario de Investigación y Posgrado
Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas
Universidad Autónoma de Chihuahua

DR. HÉCTOR JOSÉ VILLANUEVA CLIFT
Jefe de Enseñanza e Investigación
Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua.

DR. VÍCTOR MANUEL CARRILLO RODRÍGUEZ
Profesor Titular de Pediatría Médica
Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua.

DRA. DIANA ALEJANDRA MANZANERA ORNELAS
Directora de Tesis
Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua.

LIC. ALEJANDRA GARCÍA GARCÍA
Asesora
Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua.

DC. ALEJANDRA JAZMÍN RODRÍGUEZ CASTILLO
Asesora
Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua.

MC. DR. MARTÍN CISNEROS CASTOLO
Asesor
Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas
Universidad Autónoma de Chihuahua.

Se certifica, bajo protesta de decir verdad, que las firmas consignadas al pie del presente documento son de carácter original y auténtico, correspondiendo de manera inequívoca a los responsables de las labores de dirección, seguimiento, asesoría y evaluación, en estricta conformidad con lo dispuesto en la normativa vigente de esta institución universitaria.

“Efectividad en recuperación bioquímica de vitaminas con alimento terapéutico listo para consumo vs suplementación comercial en pacientes con desnutrición primaria de 6 a 59 meses”.

Resumen

Introducción: la deficiencia de micronutrientes es una forma adicional de desnutrición que puede tener efectos sobre la morbilidad y la mortalidad de los pacientes pediátricos con desnutrición grave. **Objetivo:** Determinar la efectividad del Alimento terapéutico listo para el consumo (ATLC) en la recuperación bioquímica de los pacientes desnutridos vs la suplementación comercial. **Método:** estudio observacional de un ensayo clínico aleatorizado adaptativo por grupos: uno con ATLC y otro con papillas artesanales además de suplementación comercial de vitaminas, se realizó la comparación de los niveles de vitaminas de los pacientes con desnutrición moderada a grave de 6 a 59 meses de edad al ingreso, durante su tratamiento nutricional y al egreso hospitalario. **Resultados:** Al egreso pacientes bajo ATLC presentaron una ligera disminución de los niveles de Vit A (p 0.004) y B3 (p 0.012) pero mejoría de los niveles de Vit D (p 0.013) y Zinc (p 0.4), además en este grupo se observa síndrome de realimentación leve, con un descenso máximo de niveles de potasio hasta 13.8%. Existe además una diferencia de 11 días en la media de estancia hospitalaria para la recuperación nutricional de 29.9 días con ATLC a 41.4 en los pacientes con papillas y suplementación comercial, con un valor de p en los grupos antes determinados de 0.051 y 0.050 respectivamente. **Conclusiones:** se observó una recuperación antropométrica estadísticamente significativa y una recuperación bioquímica comparable en ambos grupos.

Palabras clave: desnutrición infantil, deficiencia de micronutrientes, formulaciones de alimento, recuperación nutricional.

“Effectiveness in biochemical recovery of vitamins with Ready-to-use therapeutic food vs commercial supplementation in patients with primary malnutrition from 6 to 59 months”.

Abstract

Introduction: Micronutrient deficiency is an additional form of malnutrition that may impact in morbidity and mortality in severely malnourished pediatric patients. **Objective:** Determine the effectiveness of Ready-to-use therapeutic food (RTUF) in the biochemical recovery of vitamins in malnourished patients vs. commercial supplementation. **Method:** Observational study of an adaptive randomized clinical trial, two groups assigned: one with RTUF and another with non-specially formulated foods in addition to commercial vitamin supplementation, a comparison was made of the vitamin levels of patients with moderate to severe malnutrition from 6 to 59 months of age at admission, during nutritional treatment and at hospital discharge. **Results:** At discharge those patients under RUTF presented a slight decrease in the levels of Vit A (p 0.004) and B3 (p 0.012) but improvement in the levels of Vit D (p 0.013) and Zinc (p 0.4), in addition in this group mild refeeding syndrome was observed, with a maximum decrease in potassium levels up to 13.8%. There is also a difference of 11 days in the mean hospital stay for nutritional recovery from 29.9 days with RTUF to 41.4 in patients with non-specially formulated foods in addition to commercial supplementation, with a p value in the previously determined groups of 0.051 and 0.050 respectively. **Conclusions:** There is a statistically significant anthropometric recovery, and a comparable biochemical recovery observed in both groups.

Key words: child malnutrition, micronutrient deficiencies, formulated foods, nutritional recovery.



SECRETARÍA
DE SALUD



HOSPITAL INFANTIL DE ESPECIALIDADES DE CHIHUAHUA
APROBACIÓN DE RESULTADOS DE TESIS

CHIHUAHUA, CHIH., 20 MARZO 2025

Por medio de la presente se tiene a bien informar que se aprobaron los resultados de la Tesis:

"Efectividad en recuperación bioquímica de vitaminas con alimento terapéutico listo para el consumo vs suplementación comercial en pacientes con desnutrición primaria de 6 a 59 meses"

Que presenta la C.

Karen Farah Tannous

Médico Residente de la Especialidad en Pediatría Médica

Atentamente

Dr. Victor Manuel Carrillo Rodriguez
Prof. Titular de la Especialidad de Pediatría Médica

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA.

Me gustaría dedicar esta tesis a cada uno de nuestros pequeños pacientes, gracias a ustedes recuerdo porque elegí esta vocación. Ustedes son mis mejores maestros, me motivan a esforzarme cada día para ser una mejor doctora y ofrecerles la mejor atención para poder así mejorar su salud.

A mi madre, gracias por ser mi inspiración, mi ejemplo de amor, fortaleza y perseverancia, porque todo lo que soy es por y gracias a ti. A mi padre, por todos los sacrificios que haces para permitirme lograr mis sueños. Espero que Dios me permita devolverles todo lo que hacen por mí (bhebkoun ktir, Allah khalili yekoun).

También quiero agradecer al amor de mi vida, Miguel: gracias por creer en mi incluso cuando yo misma dudaba, gracias porque contigo soy mi mejor versión, tu amor incondicional es mi motor y mi pilar.

A mis queridos maestros, ya que su dedicación y compromiso me han guiado en cada paso, inspirándome a ser mejor. Gracias por su paciencia al enseñarme, por compartir su experiencia. Sin su apoyo, este logro no habría sido posible.

A mis compañeros, mis coRs y amigos con los que emprendí este camino hace 3 años, mis Rmenos y Rmás. Gracias porque aprendí mucho de cada uno de ustedes, y esas lecciones permanecerán en mi corazón para siempre. Gracias por compartir risas, lágrimas e innumerables horas de trabajo, el apoyo de cada uno de ustedes ha sido un pilar que me ha sostenido en los momentos más difíciles.

Al proyecto de investigación en Nutrición de mi querido Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua, sobre todo a mi directora de tesis: la Dra. Diana Manzanera, gracias infinitas. Gracias porque cada uno de ustedes genuinamente desea hacer un cambio y combatir la desnutrición infantil, todo el arduo esfuerzo realizado tiene sus recompensas.



ÍNDICE

Contenido

1. MARCO TEÓRICO	1
DEFINICIONES	1
EPIDEMIOLOGÍA.....	2
FISIOPATOLOGÍA.....	3
EVALUACIÓN CLÍNICA.....	5
TRATAMIENTO.....	8
ALIMENTO TERAPÉUTICO LISTO PARA EL CONSUMO	12
PREPARACIONES ARTESANALES	15
SÍNDROME DE REALIMENTACIÓN.....	15
2. MARCO CONCEPTUAL	17
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	23
4. JUSTIFICACIÓN	25
5. HIPÓTESIS	26
5.1. Hipótesis Alternativa:.....	26
5.2. Hipótesis Nula:.....	26
6. OBJETIVOS	26
6.1. Principal:.....	26
6.2. Secundarios:.....	26
7. MATERIAL Y MÉTODOS	27
7.1. Tipo de Estudio	27
7.2. Diseño de Estudio	27
7.3. Población de Estudio.....	27
7.4. Grupo de Estudio.....	28
7.4.1. Criterios de Inclusión.....	28
7.4.2. Criterios de Exclusión	28
7.4.2. Criterios de Eliminación.....	28
7.5. Tamaño Mínimo de Muestra	28
7.5.1 Tipo de Muestreo.	29
7.5.2 Diseño de Muestra.....	29



7.6 Cálculo de Tamaño Mínimo de Muestra.....	29
7.7. Operacionalización de Variables de Estudio	29
7.8. Análisis Estadístico	32
7.9. RECURSOS	33
7.9.1. Humanos	33
7.9.2. Físicos.....	33
7.9.3. Financieros.....	33
7.10. CONSIDERACIONES ÉTICAS	35
7.11. METODOLOGÍA OPERACIONAL.....	36
7. 12. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	37
9. RESULTADOS	37
9. DISCUSIÓN.....	44
10. CONCLUSIÓN.....	47
10. RECOMENDACIONES.....	49
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
13. ANEXOS.....	57



1. MARCO TEÓRICO

DEFINICIONES

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la desnutrición se refiere al “desequilibrio celular entre la ingesta de energía o nutrientes y la demanda de ellos para garantizar el crecimiento y el mantenimiento de las funciones específicas”. Se manifiesta en general en 3 grupos de condiciones: emaciación (peso bajo para la talla) y edema nutricional, retraso del crecimiento (talla baja para la edad) y bajo peso para la edad (World Health Organization, 2023).

La etiología que condiciona la desnutrición puede estar relacionada a un desequilibrio en los nutrientes, ya sea causado por una enfermedad o por determinantes ambientales o de comportamiento que generan una disminución de la ingesta; de esta manera la desnutrición se clasifica en aguda primaria cuando es el resultado de una ingesta inadecuada de alimentos (por ejemplo, por factores socioeconómicos o ambientales) y secundaria, por una pérdida anormal de nutrientes asociada a un aumento en el gasto energético, a una alteración en la absorción y digestión o por la disminución de la ingesta; este tipo está asociado comúnmente a enfermedades crónicas (enfermedad renal crónica, cardiopatías congénitas, fibrosis quística, hepatopatías crónicas y neoplasias) (Dipasquale et al., 2020).

La desnutrición aguda en los pacientes de 6-59 meses se clasifica según los distintos índices antropométricos: Z score de Peso para la talla (ZS de P/T) y circunferencia de la parte media del brazo (Middle Upper Arm Circunference: MUAC). La desnutrición aguda leve se define como un MUAC ≥ 125 mm o un ZS de P/T de -1 a -2 desviaciones estándar (DE) del valor medio según la referencia de la OMS; la desnutrición aguda moderada es clasificada con MUAC o perímetro braquial ≥ 115 mm y < 125 mm además de un ZS P/T menor a -2 y mayor o igual a -3 DE; por último, la desnutrición aguda grave es aquella con un MUAC de < 115 mm y/o presencia de edema bilateral de origen nutricional además de un ZS P/T < -3 DE (Bonvecchio et al., 2024; Dipasquale et al., 2020; Goyheneix et al., 2020; Otiti & Allen, 2021).



Otras formas clínicas utilizadas para clasificar la desnutrición son el marasmo y el kwashiorkor; el marasmo o emaciación grave es la forma más frecuente de desnutrición aguda y está caracterizada por la pérdida de grasa, tejido celular subcutáneo y masa muscular, en donde los pacientes lucen débiles y los músculos parecen atrofiados. En cambio, el kwashiorkor que representa entre el 50-70% de los casos de desnutrición aguda en algunas regiones de África, se presenta además de letargia y debilidad con edema nutricional que se clasifica según su gravedad cuando se encuentra generalizado a pies, piernas, manos, brazos y rostro (Otiti & Allen, 2021; Pham et al., 2021).

Además, una forma adicional de desnutrición es aquella relacionada a micronutrientes (como la deficiencia de vitaminas y minerales) y es diagnosticada a través de síntomas clínicos o bien por medio de biomarcadores (Neufeld et al., 2020; World Health Organization, 2023).

EPIDEMIOLOGÍA.

La desnutrición es un factor que contribuye en el retraso del crecimiento y desarrollo, que afecta a más de 149 millones de niños menores de 5 años en todo el mundo (Neufeld et al., 2020). De esta población, se considera que más de 45.4 sufren emaciación moderada y 13.6 millones presentan emaciación grave (Otiti & Allen, 2021). Según las estadísticas a nivel mundial de la UNICEF del año 2000 al 2018 se ha disminuido la prevalencia de emaciación en menores de 5 años de 32.5 a 21.9% (Neufeld et al., 2020; World Health Organization, 2023).

En México, en el 2020 de acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (Ensanut), se estimó que 1.5% de los menores de 5 años tenían emaciación y 4.4% bajo peso (Cuevas-Nasu et al., 2023), sin embargo, a nivel nacional también se refiere se ha logrado reducir la desnutrición de 26.9% en el año 1988 hasta un 15.5% en el 2006 (Talavera, García-Vilchis, Labrada-Alba, Olvera-Flores, Martínez-Jaureguiberry, & Salgado-Enríquez, 2020).

En cambio, hablando de deficiencia de micronutrientes, a nivel mundial en los niños menores de 5 años se estima que aproximadamente 43% padecen anemia, 29%



de los niños en países en vías de desarrollo tienen deficiencia de vitamina A, 30% tienen una ingesta insuficiente de yodo y en general un 17% de la población tiene déficit de zinc (Tam et al., 2020).

La desnutrición aguda primaria es en su mayoría un problema social, ya que es el resultado de un suministro inadecuado de alimento debido a factores tanto económicos, ambientales y en ocasiones políticos, dentro de los cuales los componentes responsables son la inseguridad alimentaria, pobreza, enfermedades infecciosas frecuentes, calidad inadecuada del agua, problemas de higiene y acceso limitado a un servicio médico, además de estos, otros determinantes son la educación y estado nutricional maternos, la edad del niño y su peso al nacer, hasta el número de integrantes de la familia (Dipasquale et al., 2020; Katoch, 2022). De estos factores, la inseguridad alimentaria afecta a un 18.2% de la población en México, principalmente en localidades rurales (Talavera, García-Vilchis, Labrada-Alba, Olvera-Flores, Martínez-Jaureguiberry, & Salgado-Enríquez, 2020).

Dentro de las poblaciones rurales, una población importante a destacar es la correspondiente a la de la Sierra Tarahumara en el estado de Chihuahua; donde en estudios realizados muestran carencias importantes a nivel sanitario, además de nutricional y en cuanto a medidas antropométricas se aproxima que cerca del 50% de la población pediátrica tiene algún grado de desnutrición, con un déficit que va de moderado a grave en el crecimiento que equivale a 35.7% (Saucedo Arteaga et al., 2003).

FISIOPATOLOGÍA

En general, la fisiopatología de la desnutrición en la población pediátrica implica múltiples cambios inmunológicos, metabólicos, intestinales y hepáticos, que contribuyen a una mayor morbimortalidad. Los factores inminentes involucrados en la desnutrición aguda son la ingesta inadecuada de alimentos que conduce a diversas adaptaciones fisiológicas como la restricción del crecimiento, pérdida de grasa y músculo, reducción de la tasa metabólica basal y reducción del gasto energético, que resultan de una lactancia materna o alimentación complementaria subóptimas, asociándose además



comúnmente a un proceso infeccioso, alteración en la absorción o en la utilización de los nutrientes (Dipasquale et al., 2020; Otiti & Allen, 2021).

La respuesta inicial a la reducción de la ingesta calórica que resulta en emaciación está mediada por insulina y glucagón, implicando la oxidación del tejido adiposo a ácidos grasos libres, con catabolismo de las proteínas en el músculo a aminoácidos, convirtiéndose posteriormente en glucosa a través de la gluconeogénesis. Días después de que se consumen las reservas de grasa disponibles, las hormonas (tiroideas, catecolaminas y corticoesteroides) median el catabolismo muscular de manera más extensa para mantener los procesos metabólicos esenciales (Ministerio de Salud y Protección Social & UNICEF, 2021; Otiti & Allen, 2021).

A nivel celular se aumenta la permeabilidad de las membranas y se reduce la actividad de la bomba de sodio-potasio con una retención de sodio intracelular (manteniéndose en niveles séricos normales o altos) y como mecanismo de contra regulación donde se disminuye el potasio intracelular con un incremento de su excreción renal (Ministerio de Salud y Protección Social & UNICEF, 2021).

Entre las condiciones agregadas, se observan cambios morfológicos y estructurales a nivel intestinal en lo que se define como enteropatía por desnutrición, donde en las biopsias se observa atrofia de la mucosa del intestino delgado y de las vellosidades, estrechamiento variable de los bordes en cepillo e infiltración de linfocitos en la lámina propia. Los cambios intestinales observados en la desnutrición son un espectro que va desde la pérdida de la arquitectura, aumento de la permeabilidad, desregulación de la inflamación hasta un aumento de la expresión de IL-10 (Attia et al., 2017).

Otros cambios a nivel sistémico son la expresión de un estado proinflamatorio, probablemente secundario al aumento de patógenos y toxinas bacterianas debido a la translocación del sistema inmune a través de los defectos de la barrera epitelial intestinal (Attia et al., 2017). Esta exposición repetitiva de patógenos ambientales causa colonización bacteriana, aumentando la acumulación de células inflamatorias en la



mucosa, con lesión posterior de las vellosidades intestinales y a la larga produciendo malabsorción de nutrientes (Dipasquale et al., 2020).

Además de lo antes mencionado, la disfunción del sistema inmunológico en la desnutrición se debe a múltiples procesos: la disminución de IgA secretora, disminución de los niveles de complemento, atrofia de los tejidos linfáticos como el timo, linfocitos T menos responsivos a la estimulación por lo que se activan en menor medida, una respuesta a anticuerpos específicos más baja (por ejemplo posterior a la vacunación) y niveles más elevados de citocinas antiinflamatorias con afectación de las citocinas proinflamatorias a nivel sérico; todo lo anterior, generando una protección ineficiente y aumentando la susceptibilidad a las infecciones (Rytter et al., 2014).

La desnutrición altera los procesos metabólicos normales, puede llevar a una disfunción hepática incluyendo esteatosis e hipoalbuminemia, esto asociado a un deterioro en el metabolismo y producción de energía (Patterson et al., 2021).

Por último, pero no menos importante a nivel cardíaco se observa una reducción de las miofibrillas que afectan la contractilidad, disminuyendo el gasto cardíaco de manera proporcional a la pérdida de peso, asociándose en casos más severos a bradicardia, hipotensión y en caso de alteraciones electrolíticas arritmias. En cambio, a nivel cerebral se observa una reducción del número de neuronas, sinapsis y mielinización que conllevan a un adelgazamiento de la corteza cerebral, generando un retraso global en el neurodesarrollo con alteraciones en la función motora y en la memoria, con efectos irreversibles después de los 3 a 4 años de edad (Dipasquale et al., 2020).

En general la desnutrición conduce una cascada de cambios fisiológicos que afectan a múltiples aparatos y sistemas, con resultados severos a la salud a corto y largo plazo (Patterson et al., 2021).

EVALUACIÓN CLÍNICA.

La evaluación integral del estado nutricional incluye además de la valoración antropométrica los cambios funcionales y clínicos, variables según la duración y la



severidad de la desnutrición, edad del niño y la posibilidad de infecciones agregadas (Goyheneix et al., 2020).

Las características clínicas de dos síndromes clínicos importantes: marasmo y kwashiorkor pueden coexistir en el mismo paciente, pero existen algunas características que los diferencian. El término marasmo que proviene de la palabra griega “marasmus” se correlaciona a la emaciación, siendo la forma más frecuente de desnutrición aguda. La respuesta adaptativa del organismo de una ingesta inadecuada de energía genera inanición que es caracterizada por la atrofia del tejido muscular y adiposo subcutáneo, clínicamente comienza con atrofia en axila e ingle (grado I), luego en muslos y nalgas (grado II), seguidos del tórax y abdomen (grado III) y finalmente músculos faciales (grado IV) donde se tiene un aspecto envejecido con ojos hundidos, pómulos prominentes, hasta atrofia de las glándulas lagrimales y salivales, además, se observa xerosis cutánea y piel arrugada, pelo ralo y seco con pérdida de brillo, abdomen distendido (debido a debilidad de los músculos abdominales y gas producido por sobrecrecimiento bacteriano en el intestino delgado); en cambio, el término “kwashiorkor” deriva de la lengua Kwa de Ghana que significa “la enfermedad del destete” donde se observa una ingesta inadecuada de proteínas pero una ingesta calórica razonable (a base de carbohidratos como maíz, arroz y frijoles), en los pacientes con kwashiorkor se observa edema bilateral, que resulta de una disminución de albúmina sérica, usualmente inicia en extremidades inferiores (grado I edema en pies), posteriormente edema facial (grado II), edema de localización paraespinal y torácico (grado III) y puede desarrollarse de manera generalizada con asociación a ascitis (grado IV). Se asocia además a lesiones cutáneas correspondientes a piel seca y atrófica, con lesiones de hiperqueratosis y descamación o hipo/hiperpigmentación, una piel frágil propensa a infección, cambios en el cabello (en el color como hipopigmentación también conocido como signo de la bandera o en su textura), entre otros (Dipasquale et al., 2020; Goyheneix et al., 2020; Pham et al., 2021).

También existen hallazgos clínicos asociados a distintos déficits nutricionales, por ejemplo, las deficiencias de micronutrientes se ven asociadas a alteraciones físicas, del desarrollo cognitivo, a una mayor susceptibilidad a infecciones, además de una mayor morbilidad y mortalidad (Mrimi et al., 2022). Entre ellos:



- Vitamina A: Se presenta con sequedad cutánea (denominada xeroftalmia) y conjuntival con queratosis folicular, enrojecimiento gingival, asociada a manchas de Bitot o keratomalacia que en ocasiones pueden llevar hasta ceguera nocturna, además de aumentar el riesgo de mortalidad en enfermedades como sarampión. (Bonvecchio et al., 2024; Goyheneix et al., 2020; Tam et al., 2020).
- Vitamina B: Según la deficiencia se puede presentar como queilosis o lesiones en los labios, además de la dermatitis en área genital se ve asociado a disminución de la riboflavina (vitamina B2). La disminución de niveles de vitamina B12 se ve específicamente asociado a anemia megaloblástica, fatiga, ataxia y déficit sensorial. En caso de déficit de niacina (vitamina B3) se observan lesiones pelagroides correspondientes a dermatitis simétrica de la piel en áreas expuesta al sol o en zonas de presión. Con la deficiencia de tiamina (vitamina B1) se puede producir: Beriberi seco (que afecta predominantemente al sistema nervioso periférico) y Beriberi húmedo (que involucra el sistema cardiovascular), encefalopatía de Wernicke (disfunción oculomotora/oftalmoplejía, ataxia, confusión y coma) y síndrome de Korsakoff (pérdida de la memoria a corto plazo asociado a confabulación), además de aumentar el riesgo de síndrome de realimentación, donde se aumenta la demanda de tiamina y se exagera el desequilibrio electrolítico típicamente observado además de aumentar el riesgo de complicaciones cardiovasculares y neurológicas (Bonvecchio et al., 2024; Goyheneix et al., 2020; Kamath et al., 2023; Mrowicka et al., 2023).
- Vitamina C: Lesiones como petequias o púrpura, asociado a sangrado (por ejemplo, encías sangrantes en escorbuto), agrandamiento costo-condral y aumento del dolor esquelético (Bonvecchio et al., 2024; Goyheneix et al., 2020).
- Vitamina E: Alteraciones como oftalmoplejía, hiporreflexia o déficit sensorial (Goyheneix et al., 2020).
- Zinc: Diferentes grados de dermatosis generalizada con erupción eritematosa cerca de los orificios (boca o ano), a cicatrización lenta de heridas, crecimiento deficiente y disminución de la función del sistema inmune, fomentando infecciones más graves (Goyheneix et al., 2020; Tam et al., 2020).



- Vitamina D: puede resultar en raquitismo y osteomalacia, ya que regula el metabolismo del calcio y fósforo, además de que se ha visto asociado según nuevos estudios en algunos componentes de la salud mental (Głabska et al., 2021; Joshi & Uday, 2023).
- Hierro: Además de anemia ferropénica, se asocia a un desarrollo motor insatisfactorio con alteraciones en el desarrollo cognitivo irreversibles que llevan a problemas de aprendizaje (Tam et al., 2020).

Es importante reconocer que los signos y síntomas antes mencionados correspondientes a déficit de macronutrientes y micronutrientes específicos comúnmente se superponen ya que ocurren múltiples deficiencias a la vez (Dipasquale et al., 2020).

Otras alteraciones observadas en los pacientes con kwashiorkor son la disminución de niveles séricos de proteínas totales plasmáticas, albúmina y transferrina, niveles de minerales (zinc, cobre y selenio), vitaminas A y C, fosfolípidos, ácidos grasos y colesterol, insulina y hormonas como T3, pero aumento de niveles de enzimas hepáticas (ALT y AST) y hormona de crecimiento; a diferencia de los pacientes con marasmo donde sólo se observa disminución de niveles de IGF-1 y leptina (Pham et al., 2021).

Dentro del abordaje también es necesario considerar otros exámenes de laboratorio o complementarios (por ejemplo: radiografía de tórax, examen general de orina, cultivos) que pueden realizarse según criterio del médico y la disponibilidad. Las pruebas bioquímicas y hematológicas son útiles para diagnósticos específicos asociados a la desnutrición aguda además de ser de utilidad para monitorear el progreso (Goyheneix et al., 2020).

TRATAMIENTO.

El manejo exitoso de la desnutrición aguda requiere de un manejo multidisciplinario médico y nutricional, para corregir no sólo los problemas médicos sino también los sociales. Este tratamiento se basa en el tipo de malnutrición y su severidad (Dipasquale et al., 2020; Goyheneix et al., 2020).



Todo paciente a su ingreso debe de ser evaluado de manera inicial para detectar signos de alarma al haberse confirmado la desnutrición. Hay que garantizar la atención inmediata y adecuada de aquellos pacientes con signos de emergencia o peligro según su estado clínico y su clasificación, para otorgar tratamiento inmediato y apropiado (Otiti & Allen, 2021; World Health Organization, 2023)

En caso de que el paciente de 6 a 59 meses con desnutrición aguda presente uno o más signos de alarma (los cuales incluyen: incapacidad de beber o amamantar, intolerancia a la vía oral con vómitos, convulsiones recientes, letargia, que esté inconsciente o convulsionando), edema nutricional severo, falta de apetito o problemas médicos agudos (como: choque, hipoglucemia, saturación de oxígeno menor a 90%, neumonía, deshidratación ya sea parcial o grave, diarrea grave persistente, sarampión, mastoiditis, anemia grave, efectos secundarios graves de terapia antirretroviral, lesiones cutáneas abiertas o infectadas asociadas con edema nutricional además de otros signos clínicos prioritarios independientes no clasificados como signos de peligro como: hipotermia o fiebre alta), ameritan admisión hospitalaria para su manejo (World Health Organization, 2023).

En caso de datos de choque, el manejo inicial es oxigenoterapia y mantener el calor, si este se acompaña de letargia o inconciencia la reposición hídrica es de manera intravenosa con un volumen disminuido y a una menor velocidad por el riesgo de falla cardíaca asociado a una expansión rápida de volumen (Otiti & Allen, 2021).

Las fases del manejo intrahospitalario corresponden a 10 pasos propuestos por la OMS, considerados elementos orientadores en el manejo y se dividen en fase de estabilización, de transición y fase de rehabilitación (Ashworth et al., 2004; World Health Organization, 2023).

En la fase de estabilización se previenen y corrigen desequilibrios de líquidos y electrolitos, hipoglucemia e hipotermia; se inicia tratamiento para las infecciones según sea el caso, anemia grave o deficiencias de micronutrientes, y se hace el inicio cauteloso del manejo nutricional (Dipasquale et al., 2020; Otiti & Allen, 2021).



Según las directrices para la prevención y el tratamiento de los niños con desnutrición grave de la Organización Mundial de la Salud en sus versiones del 2004 y su actualización en el 2023, se otorga el siguiente lineamiento para el manejo (Ashworth et al., 2004; Goyheneix et al., 2020; World Health Organization, 2023):

- 1- El tratamiento de la hipoglucemia (definida como glucemia <54 mg/dl), depende si el paciente se encuentra consciente donde se otorgará tratamiento vía oral con un bolo de 50 ml de solución glucosada al 10% y si está inconsciente/letárgico o con convulsiones se administrará un bolo de solución glucosada al 10% a 5 ml/kg vía intravenosa en 5 minutos. La hipoglucemia puede originarse por una infección grave o asociarse a hipotermia, para su prevención es necesario suministrar leche materna y/o fórmula terapéutica F-75, al menos cada 2-3 horas durante el día y la noche, sin importar el estado de consciencia del paciente.
- 2- Prevenir y tratar la hipotermia que se define como la temperatura axilar $<35^{\circ}$ C o rectal $<35.5^{\circ}$ C, alimentar de manera inmediata, calentar al paciente vistiéndolo o cubriéndolo además de colocarlo cerca de una fuente de calor o directamente con la madre.
- 3- Corregir la deshidratación: es de importancia distinguir el estado de hidratación y evitar la sobrecarga hídrica. En pacientes de 6 a 59 meses que no presenten datos de choque se opta por hidratar con una solución de baja osmolaridad como el suero de rehidratación oral (SRO) o la solución de rehidratación especial para la malnutrición (ReSoMal), de preferencia por vía oral a excepción de pacientes en estado de choque; el tratamiento durante las primeras 2 horas consiste en la administración de ReSoMal a dosis de 5 ml/kg cada 30 minutos por vía oral o sonda nasogástrica, las siguientes 4 a 10 horas se puede aumentar a 5-10 ml/kg/hora según las pérdidas por heces o vómitos y posteriormente se puede iniciar la alimentación con el régimen F-75.
- 4- Corrección de los desequilibrios electrolíticos, con la administración de suplementos de potasio (de 3 a 4 mmol/kg/día), de magnesio (de 0.4 a 0.6 mmol/kg/día) y alimentos sin sal o solución con bajo contenido de sodio (por un exceso de sodio corporal en los pacientes con desnutrición).



- 5- Tratar y prevenir las infecciones, previamente se consideraba que siempre se debía iniciar antibioticoterapia empírica y en caso de detectar un foco o aislamiento de un germen específico ajustar el tratamiento según corresponde, ya que el tratamiento temprano de las infecciones bacterianas mejora la respuesta al manejo nutricional, previene el choque séptico y reduce la mortalidad (Ashworth et al., 2004; Ministerio de Salud y Protección Social & UNICEF, 2021); pero las nuevas guías de manejo nutricional en menores de 5 años establecidas por la OMS refieren que no se debe iniciar antibióticos de forma rutinaria en aquellos pacientes con desnutrición grave y/o edema nutricional a menos que presenten signos clínicos de infección y se considera en casos ambulatorios la administración de amoxicilina (World Health Organization, 2023).
- 6- Corrección de carencias de micronutrientes, en niños con emaciación grave y/o edema nutricional se les debe proporcionar aproximadamente 5000 UI de vitamina A por día (sólo en caso de que no se esté otorgando alimento fortificado se puede considerar dosis única al ingreso dependiendo de la edad de 50,000 UI, 100,000 UI o 200,000 UI), además de ácido fólico (1 mg/día a excepción del primer día que se otorgan 5 mg), 2 mg/kg/día de zinc, 0.3 mg/kg/día de cobre y 3 mg/kg/día de hierro cuando logre aumentar de peso (generalmente en la segunda semana, ya que el hierro puede agravar las infecciones).
- 7- Inicio de una alimentación prudente tan pronto como sea posible, alentando continuar la lactancia materna en caso de que se continúe e iniciar con un régimen que proporcione: 100 kcal/kg/día, de 1 a 1.5 g de proteína/kg/día y 130 ml/kg/día de líquido (o en caso de edema grave a 100 ml/kg/día). Posteriormente se recomienda un aumento gradual en el volumen de alimento y una reducción en la frecuencia cada segundo a tercer día (por ejemplo, un inicio de 11 ml/kg/toma cada 2 horas, luego de 16 ml/kg/toma cada 3 horas y luego de 22 ml/kg/toma cada 4 horas).
- 8- Luego se busca lograr la recuperación del crecimiento con un aumento de peso de >10 g/kg/día. Esto puede conseguirse a través del régimen F-100 a base de leche (con 100 kcal y 2.9 g de proteínas por 100 ml) en la misma cantidad del



régimen inicial F-75 (con aumentos progresivos según tolerancia), papillas o alimentos caseros modificados (Ashworth et al., 2004).

Dentro de lo antes mencionado, tras la estabilización y prueba de apetito positiva, se puede proceder a la fase de transición dentro de la rehabilitación nutricional, donde se debe de dejar de tomar fórmula F75 y empezar a recibir Alimento terapéutico listo para el consumo (ATLC) o fórmula F100 (Goyheneix et al., 2020). En pacientes con desnutrición grave y/o edema nutricional en vigilancia ambulatoria, se les debe otorgar ATLC en cantidad que proporcione 150-185 kcal/kg/día hasta la recuperación antropométrica y resolución del edema nutricional, luego se debe reducir a 100-130 kcal/kg/día (World Health Organization, 2023).

- 9- Es necesario además proporcionar estimulación sensorial y apoyo emocional ya que en la desnutrición grave existe un retraso del desarrollo mental y conductual, esto se puede lograr con un entorno alegre, atención afectuosa y actividad física, con participación de la madre cuando sea posible.
- 10- Seguimiento tras la recuperación (considerada a un equivalente de -1 DE o 90% del peso que le correspondería según la talla) continuando con una alimentación adecuada y estimulación sensorial, con un seguimiento periódico para evitar la recaída.

ALIMENTO TERAPÉUTICO LISTO PARA EL CONSUMO

Dentro del tratamiento también se cuenta con formulaciones como el Alimento Terapéutico Listo para el Consumo ATLC (o RUTF por sus siglas en inglés: Ready-to-use Therapeutic Food) que es alto en energía y proteínas comúnmente hecho de pasta de cacahuate, leche en polvo, aceite vegetal y azúcar, enriquecido con electrolitos, vitaminas y minerales incluido hierro (Bonvecchio et al., 2024; Otiti & Allen, 2021; Schoonees et al., 2019).

Tienen una composición nutricional similar a la fórmula terapéutica F-100, pero los ATLC contienen mayores cantidades de micronutrientes. Este tipo de preparación cuenta con múltiples beneficios como lo son: un tiempo de conservación sin necesidad



de refrigeración de hasta por 3 a 4 meses (a pesar de encontrarse en temperaturas tropicales), no requerir preparación adicional evitando así contaminación accidental donde las condiciones de higiene son poco favorables, tiene una facilidad de transporte, así como un alto valor nutricional y contenido nutrimental con alta densidad de energía, además de que su base lipídica contrarresta el crecimiento bacteriano (Bonvecchio et al., 2024; Hadi et al., 2022).

Se refiere que en comparación con otros enfoques dietéticos, el ATLC mejora la recuperación nutricional y puede aumentar ligeramente la tasa de aumento de peso, pero los efectos sobre la recaída de los pacientes en desnutrición y el riesgo de muerte aún no están descritos; se considera también una opción de tratamiento útil en la fase de rehabilitación, ya que permite su administración tanto en ámbito hospitalario como de manera ambulatoria tras la adecuada educación de los pacientes y sus familias (Schoonees et al., 2019).

En contextos de alto riesgo, países en vías de desarrollo o en crisis humanitarias, se debe considerar los alimentos especialmente formulados en conjunto con la alimentación familiar, entre ellos se encuentran además del ATLC los suplementos basados en lípidos, que deben otorgar de 40 a 60% de los requerimientos energéticos totales para alcanzar la recuperación antropométrica, estimados en 100-130 kcal/kg/día (World Health Organization, 2023).

La composición química, el contenido de macronutrientes y energía de estas formulaciones según las recomendaciones establecidas por la Organización Mundial de la Salud y el Instituto de Medicina (IOM) son los siguientes (Bonvecchio et al., 2024; Hadi et al., 2022):

- Cada sobre contiene de 12 a 16 gramos de proteína, un total de 400 a 500 kcal, ácidos grasos esenciales como Omega-3 y Omega-6, 13 vitaminas (A, B1, B2, B3, B5, B6, Biotina, folatos, B12, C, D, E, K) y 11 minerales (calcio, fósforo, potasio, manganeso, magnesio, zinc, hierro, yodo, selenio, cobre y sodio).
- Carbohidratos que otorguen de 40-50% de energía, que equivalen desde 25 a 100 g/kcal (obtenidos del almidón de legumbres o cereales como el maíz o el trigo),



incluyendo también un porcentaje de azúcares simples para elevar la densidad calórica y eliminar sabores no deseados (como los de las vitaminas y minerales). Además de que las legumbres y granos otorgan un porcentaje de fibra también necesario.

- Lípidos que van de un rango de 35-45% del aporte calórico (entre ellos son recomendados los lípidos hidrogenados o también conocidos como grasas vegetales). Dentro de estos aportes los ácidos grasos como el Omega 6 y 3 son necesarios para proveer respectivamente de 3-10% y de 0.3-2.5%, de la energía total.
- Proteínas, que deben brindar de 10-15% de la energía total (34 g/kcal), de los cuales se recomienda la adición de aminoácidos esenciales a través de concentrado de proteína de leche o harina de soya, de los que los niveles de lactosa no deben exceder 12 g/día por el riesgo de intolerancia.
- Micronutrientes (vitaminas y minerales) comúnmente por medio de un premezclado que contiene ácido ascórbico, tiamina, zinc, ácido fólico y retinol, en las dosis terapéuticas establecidas por la OMS para la recuperación.

La cantidad de ATLC administrada durante la fase de transición depende del peso del paciente, basado en una ración de aporte nutricional promedio de 120 kcal/kg/día: si el paciente pesa de 4-4,9 kg le corresponde 1 paquete por día, aumentando de manera progresiva hasta llegar a 3 paquetes por día en caso de pesar de 11,5 a 12,4 kg. Generalmente se recomienda administrar durante 5 a 6 tomas por día, con supervisión regular (Goyheneix et al., 2020). Aunque también, la dosificación de ATLC puede simplificarse indicando 2 sobres por día para niñas o niños con desnutrición aguda de intensidad grave y 1 sobre por día cuando progresan a la fase de desnutrición moderada (Bonvecchio et al., 2024).

El ATLC se debe manejar como tratamiento médico y se suspenderá cuando el puntaje Z del indicador P/T esté entre -2DE y -1DE, indicando que el paciente pasó de desnutrición aguda a leve/riesgo nutricional (Ministerio de Salud y Protección Social & UNICEF, 2021).



Por lo tanto el ATLC se considera como un tratamiento médico efectivo para la desnutrición aguda de intensidad grave en la población pediátrica; observándose en un estudio en Etiopía una reducción del tiempo en recuperación de 7 a 10 días en comparación con la formulación F100 (Abebe et al., 2023) y otro estudio en población mexicana donde se muestra una mayor recuperación nutricional con una tasa de resolución de 82.2% en el grupo de niños con suplemento alimenticio listo para el consumo en comparación a aquellos que no lo recibieron observando una recuperación del 52.1% (Talavera, García-Vilchis, Labrada-Alba, Olvera-Flores, Martínez-Jaureguiberry, Salgado-Enríquez, et al., 2020).

PREPARACIONES ARTESANALES

Dieta artesanal o casera elaborado comúnmente a base de leche en polvo, fruta, harina de maíz o cereales, aceite vegetal, azúcar y agua hervida, no fortificado con vitaminas y minerales, que es utilizado para el tratamiento nutricional de los pacientes con desnutrición aguda moderada o grave, en contextos donde es necesario brindar otras opciones de tratamiento al no contar con ATLC. Algunos ejemplos utilizados a nivel nacional son la papilla HIM-Maíz, preparaciones licuadas o en papillas (Bonvecchio et al., 2024).

Estos métodos tradicionales que implican la elaboración de fórmulas artesanales requieren alimentos, insumos y medidas de higiene que pueden dificultar su realización, además de la suplementación de micronutrientes con vitaminas y minerales en cantidades correctas (vitamina A, complejo B, hierro, zinc, ácido fólico y vitamina D) (Bonvecchio et al., 2024).

SÍNDROME DE REALIMENTACIÓN.

Dentro de las complicaciones desarrolladas durante el tratamiento de pacientes con desnutrición grave se encuentra el síndrome de realimentación, caracterizado por alteraciones metabólicas y electrolíticas graves cuando se reintroduce la alimentación después de un periodo de inanición grave. Es causado por un desequilibrio electrolítico (hipofosfatemia, hipocalcemia, hipomagnesemia y



deficiencia de tiamina) con retención de líquidos y alteración de la homeostasis de la glucosa. Resultando del cambio de un estado catabólico a uno anabólico, donde el aumento de glucosa sérica genera como respuesta un aumento de secreción de insulina, promoviendo la captación intracelular de fósforo, potasio (por efectos directos como estimulación de la bomba sodio-potasio ATPasa o fosforilación al inicio de la glucólisis) y magnesio (Corsello et al., 2023; da Silva et al., 2020; Muzeyi et al., 2024).

Los criterios diagnósticos establecidos por la ASPEN incluyen: “Una disminución de alguno 1, 2 o 3 de los niveles séricos de fósforo, potasio y/o magnesio en un nivel de 10-20% (leve), 20-30% (moderado) o >30% y/o disfunción orgánica resultante de una disminución de cualquiera de estos y/o debido a deficiencia de tiamina (síndrome de realimentación grave) y que se produzca dentro de los 5 días posteriores al reinicio o aumento sustancial del aporte de energía” (da Silva et al., 2020).

Adicionalmente se presentan anemia hemolítica, debilidad muscular, convulsiones y alteración de la función cardíaca, llevando a insuficiencia cardíaca, edema pulmonar, arritmia y hasta muerte (Ministerio de Salud y Protección Social & UNICEF, 2021).

La incidencia del síndrome de realimentación varía ya que no se cuenta con una definición universal aceptada, pero en ciertos estudios en pacientes pediátricos con desnutrición grave se observó una incidencia acumulada de hasta 34.8% en la transición de las fórmulas F75 al alimento terapéutico listo para el consumo (Muzeyi et al., 2024).

El manejo del síndrome de realimentación incluye la monitorización gradual de las alteraciones hidroelectrolíticas antes mencionadas (monitoreo previo al inicio de la nutrición y cada 12 horas durante los primeros 3 días en pacientes con alto riesgo), con una reintroducción gradual de la nutrición con aumentos moderados de energía (de 40 a 50% la meta nutricional) y así alcanzar las necesidades objetivo (da Silva et al., 2020).



2. MARCO CONCEPTUAL

La American Society of Parenteral and Enteral Nutrition (ASPEN) define la desnutrición pediátrica como un “desequilibrio entre el requerimiento y la ingesta de nutrientes, que resulta en un déficit acumulativo de energía, proteínas y/o micronutrientes, que puede afectar de manera negativa en el crecimiento y desarrollo”, esto puede ser relacionado a una enfermedad o causada por factores ambientales o de comportamiento asociados a una disminución en la ingesta o administración de nutrientes (Mehta et al., 2013).

Dentro de los tipos de desnutrición, también se encuentra la deficiencia de micronutrientes que continúa siendo un problema de salud pública en países de bajos ingresos y puede tener efectos negativos tanto a corto como a largo plazo, ya que agrava aún más el ciclo vicioso de retraso en el crecimiento, un mayor riesgo de infecciones y problemas en el desarrollo mental, en comunidades que ya enfrentan condiciones de vulnerabilidad (Mrimi et al., 2022; Tam et al., 2020).

Las más frecuentes incluyen la deficiencia de hierro, vitamina A y yodo, que ponen en riesgo a más de dos billones de personas en todo el mundo, causando anemia, ceguera nocturna y bocio; se estima una prevalencia variable que va desde una deficiencia de folato en 0.5% de niños en edad escolar, aproximadamente un 43% de la población menor de 5 años con anemia y en ese mismo rango de edad de un 29 a 35% presentan deficiencia de vitamina A y hasta un 17% déficit de zinc (Mrimi et al., 2022; Tam et al., 2020).

Existen múltiples estrategias para combatir la deficiencia de micronutrientes en forma de suplementos comerciales, alimentos formulados como los suplementos nutricionales basados en lípidos o el alimento terapéutico listo para el consumo y la fortificación masiva de alimentos. La suplementación es una solución efectiva a corto plazo y como ventaja es que una sola dosis otorga los micronutrientes necesarios, pero la fortificación (adición de micronutrientes a los alimentos comúnmente consumidos) es la estrategia recomendada para aumentar la ingesta en la población general a largo plazo (Tam et al., 2020).



En cuanto a los requerimientos de vitaminas y minerales recomendados para la ingesta diaria por la (World Health Organization & Food and Agriculture Organization, 2004), varían según la edad de los pacientes:

Vitamina o mineral	Lactantes (0 a 6 meses):	Edad preescolar (1-3 años)	Escolares
Vitamina A	180 mcg equivalentes de retinol (ER)/día	200-400 mcg ER/día o de 20-39 mcg RE/Kg/día	4-6 años: 200-450 mcg ER/día. 7-9 años: 250-500 mcg ER/día
Vitamina D	5 mcg/día	5 mcg/día	5 mcg/día
Vitamina B3 (Niacina)	2 mgNEs/día *NEs: equivalentes de Niacina.	6 mgNEs/día	4 a 6 años: 8 mgNEs/día
Zinc (para una biodisponibilidad moderada)	2.8 mg/día	4.1 mg/día	4.8 mg/día
Hierro (para una biodisponibilidad de 10%)	9.3 mg/día	5.8 mg/día	6.3 mg/día

Según una revisión sistemática de la base de datos de Cochrane (Schoonees et al., 2019), dentro de las recomendaciones de la OMS sobre la composición nutricional del alimento terapéutico listo para el consumo (ATLC), la cantidad de micronutrientes por cada 100 gramos son: Hierro de 10 a 14 mg, Zinc 11-14 mg, Yodo de 70-140 mcg, Vitamina A de 0.8 a 1.1 mg, Vitamina D de 15-20 mcg (que equivalen a 600 UI por sobre) y Niacina 5 mg.



Ya que el ATLC contiene los micronutrientes antes mencionados en dosis terapéuticas, el uso estandarizado de suplementación adicional durante el manejo de la desnutrición aguda infantil no es necesario, pero en caso de otorgar otro régimen nutricional, se recomienda la administración de la siguiente manera (Bonvecchio et al., 2024):

- Vitamina A: aproximadamente 5000 UI durante todo el tratamiento nutricional; en caso de signos oculares de avitaminosis A se administra una dosis inicial (en el primer día de abordaje): 50,000 UI en menores de 6 meses, 100,000 UI en pacientes de 6 a 12 meses y de 200,000 en mayores de 12 meses.
- Hierro: en caso de deficiencia de hierro se de administrar una dosis de hierro elemental de 3 a 6 mg/kg/día.
- Ácido fólico: 5 mg el primer día del tratamiento y continuar con 1 mg por día durante el resto del tratamiento.
- Vitamina D: en pacientes menores de 5 años el requerimiento es de 400 a 600 UI/día, pero en caso de deficiencia, debe de triplicarse la dosis para alcanzar niveles óptimos.
- Zinc: la dosis establecida en niños con desnutrición para el tratamiento de la diarrea es de 10 a 20 mg diarios durante 10 a 14 días.

En el lineamiento mexicano para el manejo de la desnutrición aguda infantil (Bonvecchio et al., 2024) se refiere que a pesar de que las preparaciones artesanales son de gran utilidad para la recuperación nutricional, estas no cumplen con la normatividad internacional para ser un alimento terapéutico, además de que no alcanzan la densidad calórica ni el requerimiento de micronutrientes necesarios en el manejo de la desnutrición aguda de intensidad moderada a grave, por lo que se amerita una suplementación detallada de vitaminas y minerales, lo que en distintos contextos sociales genera dificultad en el manejo.

Aunque la recuperación antropométrica se utiliza comúnmente para medir el éxito del tratamiento en la desnutrición aguda de intensidad grave, también es de importancia considerar la recuperación nutricional en otros aspectos tales como el estado de micronutrientes, por lo que son necesarios estudios que investiguen el impacto en el



estado de los micronutrientes de las formulaciones utilizadas, mismos que son limitados. Además, determinar la cantidad adecuada de micronutrientes en los alimentos terapéuticos es clave para comprender cómo promover una recuperación nutricional completa.

Dentro de un ensayo aleatorizado y controlado en Cambodia, realizado por (Sigh et al., 2023) en pacientes con desnutrición aguda de intensidad grave de 6 a 59 meses tratados con ALTC durante 8 semanas no se observaron diferencias significativas entre el ingreso y egreso en cuanto a la prevalencia de la deficiencia de hierro o de vitamina A. El estudio reporta que la prevalencia en la deficiencia de vitamina A se redujo de 5.5% a 2.7% ($p= 1.00$), donde, aunque la prevalencia parece haber disminuido de forma notable, un valor p de 1.00 sugiere que este cambio no es estadísticamente significativo. En cambio, se refiere que la prevalencia en la deficiencia de hierro disminuyó en un 6% ($p= 0.63$), pero no hubo un cambio significativo en los niveles de hemoglobina ni ferritina, refiriendo que las concentraciones de estos biomarcadores fueron iguales o incluso más bajas al momento del alta en comparación con el ingreso. Se comenta como una posible causa de esto que la inflamación en el tracto gastrointestinal reduzca la biodisponibilidad del hierro y la vitamina A, por lo que se sugiere que países con altas tasas de anemia se podrían beneficiar de formulaciones de ATLC con mayor cantidad de hierro.

En la revisión sistemática realizada por (Tam et al., 2020) se encontró que la suplementación con vitamina A reducía el riesgo de muerte por cualquier causa en un 10%, el suplemento con zinc disminuía la incidencia de diarrea en un 11% y la suplementación con hierro se asoció a una reducción del riesgo de anemia con una tendencia más pronunciada en niños más pequeños (de 6 a 11 meses). Dentro del meta-análisis realizado, se reporta una reducción del riesgo de anemia en 16% (RR 0.84, IC del 95% entre 0.75 y 0.93; $I^2 = 59%$, $p = 0.002$) con la administración de micronutrientes a través de suplementos basados en lípidos; sin embargo, dentro de la misma revisión se refiere que con los suplementos de multivitamínicos y minerales se reduce el riesgo de anemia hasta un 31% pero con una mayor heterogeneidad en los estudios (RR 0.69, IC 95% entre 0.56 y 0.85; $I^2 = 79%$, $p = 0.0004$), lo que significa que dentro del meta-análisis no todos los estudios llegaron a conclusiones similares. Entonces a pesar de que



ambos son estadísticamente significativos, los suplementos basados en lípidos tienen una reducción menos significativa de anemia.

En el estudio dirigido por (Kangas et al., 2020) en el este de Burkina Faso, se analizaron los efectos del ATLC como tratamiento de la desnutrición aguda grave no complicada y concluyeron que la deficiencia de vitamina A (< 0.7 mmol/l) al ingreso pasó del 25% al 9% al egreso, la disminución del 16% muestra que se tiene una respuesta efectiva, no obstante, sigue siendo incierto si una mayor fortificación con vitamina A podría eliminar por completo esta deficiencia. Por otro lado, un estado subóptimo de vitamina A también está relacionado con anemia y la deficiencia de hierro, por lo que erradicar esta deficiencia podría ayudar a reducir aún más la prevalencia de anemia.

Como refiere (Vresk et al., 2024) la Niacina (vitamina B3) es un nutriente esencial involucrado en múltiples funciones celulares y su deficiencia se ha reportado en áreas donde el maíz constituye un componente principal de la dieta. No se cuenta con mucha información sobre el estado de niacina en los pacientes con desnutrición aguda infantil de intensidad grave, pero se conoce que las distintas formulaciones de alimentos terapéuticos utilizados (como F-100 y ATLC) otorgan entre 3.2 y 14.3 mg de niacina al día y las dosis de niacina para el tratamiento de pelagra van de 50 a 300 mg/día.

En otro ensayo controlado y aleatorizado en Pakistán (Saleem et al., 2018) se encontró que la suplementación agregada de dosis altas de vitamina D3 (2 dosis de 200,000 UI en las semanas 2 y 4 del tratamiento respectivamente) en pacientes con desnutrición aguda grave no complicada bajo tratamiento con ATLC aumentaron el puntaje Z de peso para la talla (IC 95%, entre 0.49 y 1.65, $p = < 0.001$) y se redujo la proporción de participantes con retraso global en el desarrollo [RR ajustado: 0.49; IC 95% entre 0.31 y 0.77, $p = 0.002$], además, se refiere en cuanto al análisis bioquímico al finalizar el estudio que las concentraciones medias de la 25-hidroxivitamina D (25 (OH)D) fueron considerablemente más altas en los niños que recibieron suplementación agregada con vitamina D, en comparación con el grupo control que sólo recibió ATLC. Todos los participantes asignados al grupo de intervención (suplementación extra) tuvieron concentraciones de 25(OH)D superiores a 50 nmol/L, en contraste con el 42% de los participantes asignados al placebo (RR: 2.37; IC 95%: 1.68 y 3.33, $p = < 0.001$),



infiriendo que la ingesta de 600 UI de Vitamina D por sobre de ATLC puede ser insuficiente para aumentar de manera constante los niveles óptimos de la misma debido a la alta prevalencia de deficiencia de vitamina D en este grupo de pacientes así como alteraciones agregadas que alteran el metabolismo de la vitamina D como la respuesta inflamatoria sistémica.

De acuerdo con la revisión de múltiples estudios de Cochrane realizada por (Suchdev et al., 2020), se comparó el uso de alimentos fortificados con micronutrientes múltiples (de los principales enlistados hierro, zinc y vitamina A) con la suplementación diaria de hierro, en los que se observó un efecto similar en la reducción de la anemia, sin embargo no hay una diferencia estadísticamente significativa entre los dos tratamientos (RR 0.89, IC 0.58 hasta 1.39) y por otro lado, el uso de micronutrientes múltiples produjo menos diarrea que la suplementación diaria con hierro (RR: 0.52, IC 95%: 0.38 a 0.72).

Conforme a la revisión de (Vresk et al., 2024), se refiere que en un estudio realizado en Bolivia en pacientes bajo las directrices de la OMS para el tratamiento de la desnutrición aguda de intensidad grave, hasta un 25% de los pacientes no mostraron mejoras en los niveles séricos de zinc, lo que sugiere una suplementación insuficiente en el alimento terapéutico; sin embargo la administración de dosis más altas de zinc (6 mg/kg/día) durante la estabilización se ha relacionado con mayores tasas de mortalidad debido a un posible efecto en la respuesta inmune durante la sepsis y afección en la absorción de otros micronutrientes.

Por otro lado, una de las complicaciones desarrolladas durante el tratamiento nutricional es el síndrome de realimentación que se caracteriza por un desequilibrio electrolítico (hipofosfatemia, hipocalemia, hipomagnesemia y deficiencia de tiamina) y se produce cuando los pacientes con desnutrición grave son alimentados abruptamente (Corsello et al., 2023).

En un estudio retrospectivo en Sudáfrica realizado por (Heydenrych et al., 2024), se encontró que el 8.7% de los niños con desnutrición aguda grave desarrollaron síndrome de realimentación durante su hospitalización, a pesar de encontrarse en tratamiento bajo las directrices de tratamiento de la OMS.



En cambio, en un estudio de cohorte prospectivo realizado en Uganda (Muzeyi et al., 2024) se valoró la incidencia del síndrome de realimentación durante la transición de la fórmula F-75 al ATLC, donde se observó una incidencia acumulada de 34.8% y se identificaron como factores de riesgo un nivel bajo de sodio sérico al inicio (RR: 0.89, IC 95%: 0.80–0.99, $p = 0.038$) y la presencia de edema nutricional (RR: 0.90, IC 95%: 0.81–0.99, $p = 0.042$), ambos estadísticamente significativos.

Los pacientes con mayor riesgo de desarrollar síndrome de realimentación son aquellos con desnutrición crónica, los que no reciben suficiente energía durante más de 10 días o tienen una pérdida reciente de 10% de su peso tras únicamente recibir administración de líquidos parenterales. La inicio de la alimentación debe realizarse con un bajo nivel de reposición energética y en casos de alto riesgo se recomienda la suplementación diaria con tiamina (2 mg/kg previo al inicio de la vía oral o de la administración de glucosa intravenosa con duración de por lo menos 5 a 7 días) (Corsello et al., 2023).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La desnutrición infantil es un estado patológico grave que pone en peligro la salud y el desarrollo de muchos niños a nivel mundial; a pesar de que los resultados de encuestas en nuestro país refieran una disminución en la prevalencia de la desnutrición infantil en los últimos años, la realidad en nuestras unidades médicas es otra, donde vemos un aumento del número de casos y lo que resulta aún más preocupante de la gravedad de estos. Dentro de ellos, resaltan las comunidades indígenas en el estado de Chihuahua en particular los habitantes de la región de la Sierra Tarahumara donde las barreras geográficas y culturales asociadas a situaciones de vulnerabilidad como la pobreza, marginación y falta de acceso a los servicios básicos hacen de esta situación una problemática trascendental.

Los micronutrientes son un componente esencial de nuestra alimentación y son necesarios para un adecuado funcionamiento molecular y celular; su deficiencia también es una forma de desnutrición y puede provocar serios problemas de salud, esta



problemática se encuentra exacerbada en países de bajos ingresos donde la ingesta alimentaria es insuficiente y se observan porcentajes estimados de: deficiencia de hierro en aproximadamente 300 millones de niños a nivel mundial, deficiencia de zinc estimada entre el 30%–70% de los niños en países de bajos ingresos, deficiencia de Vitamina A reportada entre 25 a 78% y deficiencia de vitamina D en pacientes con desnutrición moderada a severa de 14 a 31% (Vresk et al., 2024)

La relevancia de esta problemática se debe a las consecuencias irreversibles que la desnutrición infantil y la deficiencia de micronutrientes pueden tener a lo largo de la vida. La repercusión en el bienestar de los menores que la padecen va desde el ámbito físico, mental y hasta social, con implicaciones como el daño a la composición corporal y fuerza muscular, alteraciones en el desarrollo de la capacidad intelectual que genera una disminución del desempeño escolar y posteriormente reducción de la capacidad de trabajo a futuro, así como del aumento en el riesgo de enfermedades crónicas.

Esta situación exige una respuesta urgente y eficaz para mejorar la atención de los niños con desnutrición aguda, la limitación radica entre otras cosas en la dificultad de accesibilidad y calidad de los alimentos de estos pacientes y sus familias en sus comunidades de origen, por lo que es necesaria la cooperación con las organizaciones y autoridades para lograr un resultado significativo en la prevención y tratamiento de la desnutrición infantil, disminuyendo la morbimortalidad a largo plazo.

En esta situación entran los alimentos terapéuticos como las fórmulas F-75, F-100 y ATLC que incluyen micronutrientes que pueden ayudar a prevenir o tratar las deficiencias además de disminuir el riesgo de síndrome de realimentación. Sin embargo, es necesario conocer si la dosis establecida de vitaminas y minerales en este tipo de formulaciones es la necesaria para nuestra población, por lo que esto nos lleva a nuestra pregunta de investigación:

- ¿Cuál es la respuesta bioquímica conforme el Alimento Terapéutico Listo para el Consumo vs papillas artesanales en pacientes con desnutrición moderada y grave de 6 meses a 5 años de edad en el Hospital infantil de Especialidades del Estado de Chihuahua?



4. JUSTIFICACIÓN

A pesar de los avances observados, la desnutrición infantil continúa siendo un desafío social y político que genera un problema de salud pública, especialmente en nuestro contexto donde los indicadores de salud y la seguridad alimentaria se ven agravados por las barreras socioeconómicas, la situación geográfica, el cambio climático y las diferencias culturales de nuestras comunidades vulnerables.

Por lo antes mencionado, es necesario implementar estándares de detección que garanticen un abordaje integral y un manejo oportuno, además, ya que un diagnóstico y tratamiento adecuados pueden reducir el riesgo de mortalidad y aumentar la sobrevivencia de los pacientes con desnutrición aguda de intensidad moderada a grave. Se requieren estrategias integrales no solo para el tratamiento, sino también para la prevención de nuevos casos y fortalecer la infraestructura de las unidades de salud para otorgar manejo tanto en el ámbito intrahospitalario como ambulatorio que llegue hasta las zonas rurales e indígenas.

Es importante que al implementar nuevas directrices en el manejo de la desnutrición infantil, se consideren opciones como el Alimento Terapéutico Listo para el Consumo (ATLC) como parte del manejo nutricional para mejorar así la seguridad alimentaria, al estar descritos los múltiples beneficios de su utilización como: su facilidad de uso, rápido acceso y distribución, una eficacia nutricional garantizada con respaldo científico debido a su alta densidad calórica y suplementos ya incorporados, lo que lo hace una herramienta esencial rentable (5-6 veces más económica que las preparaciones artesanales) y sostenible pero sobre todo efectiva para esta grave problemática.

Sin embargo, a pesar de que se cuentan con múltiples estudios que confirman la efectividad de formulaciones como el ATLC, se buscó realizar el proyecto hospitalario en el Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua, mismo del cual se basa la observación de los casos en este análisis, así de esta manera tener una referencia en nuestra población y conocer las limitantes y dificultades además de las áreas de



oportunidad, para así fomentar el desarrollo de proyectos en la comunidad que tengan un impacto en la sociedad y en el manejo de la desnutrición infantil.

5. HIPÓTESIS

5.1. Hipótesis Alternativa:

H1: Se observa mayor recuperación en la deficiencia de vitaminas A, B3, D y zinc en aquellos pacientes tratados con alimento terapéutico listo para el consumo comparado con el suplemento comercial.

5.2. Hipótesis Nula:

H0: No se observa una mejoría significativa en la deficiencia de vitaminas A, B3, D y zinc en aquellos pacientes tratados con alimento terapéutico listo para el consumo comparado con el suplemento comercial.

6. OBJETIVOS

6.1. Principal:

- Determinar la efectividad del Alimento terapéutico listo para el consumo en la recuperación bioquímica de los pacientes desnutridos vs la suplementación comercial.

6.2. Secundarios:

a) Valorar eficacia en la recuperación de deficiencia de vitaminas (A, B3, D y Zinc) en los pacientes desnutridos con alimento terapéutico listo para consumo contra suplementación comercial.

b) Determinar si se presenta síndrome de realimentación en los pacientes desnutridos con alimento terapéutico listo para consumo vs aquellos con alimentación a base de papillas artesanales con suplementación comercial.



7. MATERIAL Y MÉTODOS

7.1. Tipo de Estudio

Observacional. Longitudinal. Comparativo. Anidado al Ensayo clínico: Proyecto número 1: Efectividad del Alimento Terapéutico Listo para Consumo a Base de Maní en el Tratamiento de la Desnutrición Grave en el Estado de Chihuahua (Oct 2023- Oct 2024).

Del Proyecto antes mencionado, es importante comentar que el diseño de investigación es un ensayo clínico aleatorizado adaptativo, de esta manera para la asignación del tratamiento de cada paciente se realizó una aleatorización secuencial (conforme al ingreso a nuestra unidad hospitalaria), con intervalo de confianza del 95, un margen de error del 5% y un 80% de poder estadístico. El tamaño de muestra mínimo calculado fue de 27 pacientes por grupo de tratamiento, de los cuales se lograron recabar 51 pacientes totales (de ellos 27 se asignaron a ATLC y 24 a dieta de recuperación estándar con suplementación comercial), todos con desnutrición primaria de moderada a grave de 6 a 59 meses de edad, que no cumplieran los siguientes criterios de exclusión: desnutrición secundaria, infecciones sistémicas no controladas, parálisis cerebral grave o enfermedades crónicas.

La recolección de datos de estos pacientes fue a través de mediciones antropométricas estandarizadas por el departamento de nutrición del Hospital Infantil de Chihuahua, además de los resultados de los exámenes de laboratorio del expediente clínico (electrolitos séricos, química sanguínea y panel de vitaminas).

7.2. Diseño de Estudio

De cohorte longitudinal.

7.3. Población de Estudio

Pacientes pediátricos de 6 meses a 5 años con diagnóstico de desnutrición moderada y grave bajo tratamiento con Alimento Terapéutico Listo para el Consumo y/o papillas artesanales con suplementación comercial.



7.3.1. Periodo del Estudio: octubre 2023 - octubre 2024

7.3.2. Lugar: Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua

7.4. Grupo de Estudio

7.4.1. Criterios de Inclusión

- Pacientes mayores de 6 meses y menores de 5 años con atención en el Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua.
- Pacientes con diagnóstico de desnutrición aguda de intensidad moderada y grave.
- Pacientes bajo tratamiento con Alimento Terapéutico Listo para el consumo o papillas artesanales con suplemento o con ATLC.
- Pacientes que acepten participar a través de sus tutores por medio del consentimiento informado.

7.4.2. Criterios de Exclusión

- Pacientes de 6 meses a 5 años con desnutrición moderada y grave secundaria a: cardiopatía, daño neurológico, síndromes dismorfológicos, alteraciones endocrinas, etc.
- Pacientes con desnutrición leve de 6 meses a 5 años.

7.4.2. Criterios de Eliminación

- Pacientes fallecidos con diagnóstico de desnutrición moderada y grave que se encontraban en tratamiento para recuperación nutricional.
- Pacientes que perdieron seguimiento y no se logró tomar muestra al término de su tratamiento.

7.5. Tamaño Mínimo de Muestra

- **Nivel de Confianza:** 95%
- **Poder de la Prueba:** 80%
- **Relación de expuestos y no expuestos:** 1:1
- **Frecuencia Esperada de cambios bioquímicos positivos según grupo:**



- Frecuencia esperada en cambios bioquímicos positivos en el grupo sometido papilla: 70%.
- Frecuencia esperada en cambios bioquímicos positivos en el grupo sometido a ATLC: 90%.
- **Riesgo Relativo:** $90/70 = 1.28$ (es decir de los niños que reciben intervención, tienen 1.28 veces la posibilidad de tener cambios bioquímicos positivos).
- Por lo tanto, **el tamaño mínimo de muestra es de 43 niños.**

7.5.1 Tipo de Muestreo.

No probabilístico

7.5.2 Diseño de Muestra.

Sistemático, asignando a pacientes que cumplieron con los criterios de selección, a el tipo de muestreo de forma subsecuente de 1:1 hasta completar el tamaño de muestra.

7.6 Cálculo de Tamaño Mínimo de Muestra.

Pacientes bajo alimentación específica	El paciente presenta mejoría en la deficiencia de vitaminas A, B3, D y Zinc.	El paciente no presenta mejoría en la deficiencia de vitaminas A, B3, D y Zinc.
ATLC	90%	10%
Papilla artesanal con suplementación	70%	30%

7.7. Operacionalización de Variables de Estudio

7.7.1. Variable Dependiente

VARIABLE	DEFINICIÓN	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADOR



Efectividad de la recuperación bioquímica	Mejoría de los niveles de vitaminas, asociadas a un trastorno nutricional.	Cuantitativa	Continua	Vitamina A: <20 mcg/dL bajo, 20-43 mcg/ dL normal.
				Niacina (B3): < 10 ng/mL nivel subóptimo, >20 ng/mL normal.
				Vitamina D: <12 ng/mL) insuficiencia, >12 ng/mL normal, >20 ng/mL efecto pleiotrópico.
				Zinc: <670 mcg/L bajo, 670 a 1180 mcg/L normal.

7.7.2. Variable Independiente

VARIABLE	DEFINICIÓN	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADOR
Suplementación comercial	Micronutrientes (vitaminas y minerales) administrados en cápsulas, tabletas, gotas o jarabe.	Cualitativa Dicotómica	Nominal	1= Si 0= No
Alimento Terapéutico Listo para el Consumo	Alimentos formulados a base de lípidos, altamente fortificados con vitaminas y minerales.	Cualitativa Dicotómica	Nominal	1= Si 0= No

7.7.3. Terceras Variables



VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADOR
Panel bioquímico de electrolitos	Pruebas de laboratorio realizadas para evaluar los electrolitos a nivel sérico.	Cuantitativa	Continua	Sodio (135-145 mEq/L). Potasio (3.5-4.7 mEq/L). Calcio (8.8 mg/dL – 11 mg/dL). Fósforo (4.5 mg/dL – 7.4 mg/dL).
Síndrome de realimentación	Complicación bioquímica y/o metabólica potencialmente mortal que está asociada a los cambios hidroelectrolíticos como resultado del inicio del soporte nutricional.	Cuantitativa	Nominal	Disminución de los niveles séricos de: 1= Fósforo. 2= Potasio. 3= Magnesio.

7.7.4. Instrumento para recolectar la información

Se utilizó el programa Excel para la captura de datos, a manera de tabla con las diferentes variables asociadas a la investigación. Las variables incluidas en el estudio son: **datos demográficos** como sexo, edad en meses del paciente y su fecha de nacimiento, tratamiento que reciben (ATLC o Papilla con suplementación comercial), procedencia (localidad y municipio); **antropometría** como peso, talla, puntaje Z Peso/Talla, puntaje Z Talla/Edad, MUAC; **Infecciones al diagnóstico** (1: Respiratoria, 2: Gastrointestinal, 3: Urinaria, 4: Neurológica); **Factores agravantes** (hipoglucemia, deshidratación alteración hidroelectrolítica, anemia (1: si, 2: no); Edema de miembros pélvicos (1: si, 2: no); **Datos clínicos de avitaminosis**; **Panel bioquímico y de vitaminas** de ingreso, de tiempo cero (inicio de vía oral), de tiempo 1 (3 días de



recuperación, síndrome de realimentación), de tiempo 2 (7 días de recuperación nutricional), tiempo 3 (14 días de recuperación nutricional) y panel bioquímico final; Datos de egreso (peso, talla, puntaje Z Peso/Talla, puntaje Z Talla/Edad, MUAC, niveles de vitaminas al egreso).

Estos datos antes mencionados recolectados por el siguiente cuestionario:

1. ¿Cuál es la edad en meses del paciente en meses?
2. Tratamiento que reciben (Alimento terapéutico listo para el consumo o papilla artesanal con suplementación comercial).
3. Antropometría al Ingreso: Peso, talla, puntaje Z Peso/Talla, puntaje Z Talla/Edad, MUAC.
4. ¿Presenta Infecciones al diagnóstico? (1: Respiratoria, 2: Gastrointestinal, 3: Urinaria, 4: Neurológica).
5. ¿Tiene factores agravantes? (hipoglucemia, deshidratación alteración hidroelectrolítica, grado de anemia) (1: si, 2: no).
6. ¿Cuáles son los datos clínicos de avitaminosis que se presentan?
7. ¿Cuál es el resultado del panel bioquímico y de vitaminas al ingreso? Resultado al ingreso, de tiempo cero (inicio de vía oral), de tiempo 1 (3 días de recuperación, síndrome de realimentación), de tiempo 2 (7 días de recuperación nutricional), tiempo 3 (14 días de recuperación nutricional) y panel bioquímico final.
8. Antropometría al egreso y niveles de vitaminas al egreso: Peso, talla, puntaje Z Peso/Talla, puntaje Z Talla/Edad, MUAC.

7.8. Análisis Estadístico

1. Análisis univariado: medida de tendencia central y dispersión de las variables continuas. Se va a obtener también frecuencias simples y relativas de las variables nominales y categóricas.
2. Análisis bivariado: se medirá la asociación de la variable dependiente y la independiente a través de riesgo relativo e intervalos de confianza al 95%, con obtención de chi cuadrada a una significancia del 0.05. Se utilizará la prueba t de



Student para muestras independientes para comparar grupos de variables continuas y t de Student para muestras pareadas.

7.9. RECURSOS

7.9.1. Humanos

- Personal del servicio de nutrición, gastroenterología, pediatría y trabajo social que llevaron seguimiento de los pacientes.
- Miembros del Comité Técnico de Evaluación y Seguimiento Nutricional del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua, quienes me permitieron el apoyo del ensayo clínico: “Efectividad del Alimento Terapéutico Listo para Consumo a Base de Maní en el Tratamiento de la Desnutrición Grave en el Estado de Chihuahua”.
- Personal administrativo y de laboratorio clínico del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua.

7.9.2. Físicos

- Expediente clínico electrónico.
- Computadora para captura de datos.
- Programa SPSS.
- Microsoft Office.

7.9.3. Financieros

- Contar con los recursos para realización del panel bioquímico y niveles de vitaminas al ingreso y egreso de los pacientes con criterios de inclusión del proyecto.
- Se utilizará al personal de salud ya integrado a la base del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua.
- Se utilizarán las instalaciones electrónicas del hospital, sin generar mayor gasto a la institución en cuestión.



7.9.3.1. Costos de Material

Material	Precio
Hojas de papel tamaño carta	\$95.00
Plumas (negra o azul)	\$80.00
Laptop	\$15,000.00
Impresora	\$2,500.00
Cartuchos Impresora	\$1,200.00
Empastado	\$1,000.00
Internet	\$1,000.00
Luz	\$500.00
Panel bioquímico (electrolitos séricos, albúmina y BUN)	\$700.00 (unitario) \$60,200.00
+Panel vitaminas (A, B3, D y zinc)	\$1,000.00 (unitario) \$94,600.00
Báscula pediátrica	\$2,450.00
Infantómetro	\$945.00
Total	\$179,570.00*

*Se financió en su totalidad por el Comité Técnico de Evaluación y Seguimiento Nutricional previamente establecido en el Hospital Infantil de Especialidades. Todos los recursos tabulados no generaron ningún costo para algún paciente dentro del estudio.



7.10. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Según la definición de la Ley General de Salud en el capítulo de Investigación, es un estudio de riesgo mínimo que requiere la revisión de expedientes clínicos y obtención de datos de las variables de interés y valoración por el departamento de Nutrición Clínica. La elaboración de este protocolo de investigación está realizada bajo la siguiente normatividad:

1. Declaración Universal De Los Derechos Humanos (ONU, 1948).
2. Código de Núremberg (1947).
3. Declaración de Helsinki (2010).
4. Declaración de Ginebra Relativa al Juramento De Fidelidad Profesional del Médico (Sídney 1968).
5. Declaración sobre los Derechos del Paciente (Bali 1995).
6. Reglamento de la Ley General de Salud en materia de Investigación en Salud en México (1983-1988 en el Plan Nacional de Desarrollo).
7. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos título primero, capítulo I De las Garantías Individuales y artículo 4o, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de abril de 1990.
8. El reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud, publicado en el Diario Oficial de la Federación, el 6 de enero de 1987.
9. El acuerdo por el que se crea la Comisión Interinstitucional de Investigación en Salud publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de octubre de 1983.
10. Diario Oficial de la Federación de la Norma oficial mexicana NOM-012-SSA3- 2012, que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos.



La información obtenida únicamente se utilizará con fines educativos y de investigación al alcance de los trabajadores del sector salud.

El tipo de muestreo es de tipo sistemático, asignando a pacientes que cumplieron con los criterios de selección, al tipo de muestreo de forma subsecuente de 1:1 hasta completar el tamaño de muestra.

Ninguno de los participantes del protocolo tiene conflicto de intereses, ni se recibe financiamiento externo.

7.11. METODOLOGÍA OPERACIONAL

Se realizó revisión clínica y de expedientes de los pacientes pertenecientes al Hospital Infantil de Especialidades Médicas de Chihuahua en el periodo de octubre 2023 a octubre 2024. El tipo de muestreo es de tipo sistemático, asignando a pacientes que cumplieron con los criterios de selección, al tipo de muestreo de forma subsecuente de 1:1 hasta completar el tamaño de muestra.

Se recolectó en la base de datos Se utilizó el programa Excel para la captura de datos, a manera de tabla con las diferentes variables asociadas a la investigación, previamente mencionadas.

Se realizó la asociación del grado de desnutrición conforme a la antropometría al panel bioquímico en diferentes tiempos durante la recuperación nutricional de los pacientes. Posteriormente se realizó análisis estadístico mediante el programa SPSS 26.0.



7. 12. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

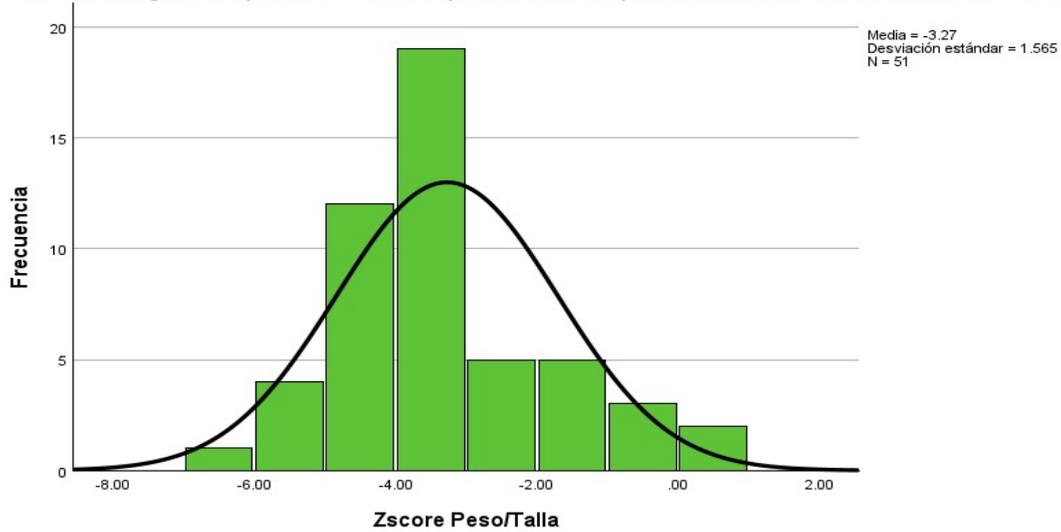
ACTIVIDAD	AÑO 2024/ MES										AÑO 2025/ MES	
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
Inicio de anteproyecto	X											
Primera revisión								X				
Corrección final									X			
Entrega al comité de investigación local									X			
Inicio real del estudio	X											
Recolección de datos	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Captura de datos	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Análisis de datos											X	
Resultados preliminares											X	
Conclusión y recomendación											X	
Informe final											X	
Presentación en eventos académicos												X

9. RESULTADOS

Se obtuvieron un total de 51 pacientes, de los cuales 27 correspondieron al grupo que recibió alimento terapéutico y 24 al grupo de suplemento comercial.

En cuanto a la clasificación de la intensidad de la desnutrición, de los pacientes incluidos en el estudio, se compara el Z Score de Peso para la Talla (ZS de P/T) al ingreso en la **Figura 1**, donde se encuentra una distribución de -3.27 Desviaciones Estándar lo que clasifica a la mayoría de los pacientes en *desnutrición aguda de intensidad grave*. Según otro parámetro de clasificación, la circunferencia de la parte media del brazo es en promedio de 11.8 cm al ingreso quedando como *desnutrición aguda de intensidad moderada*.

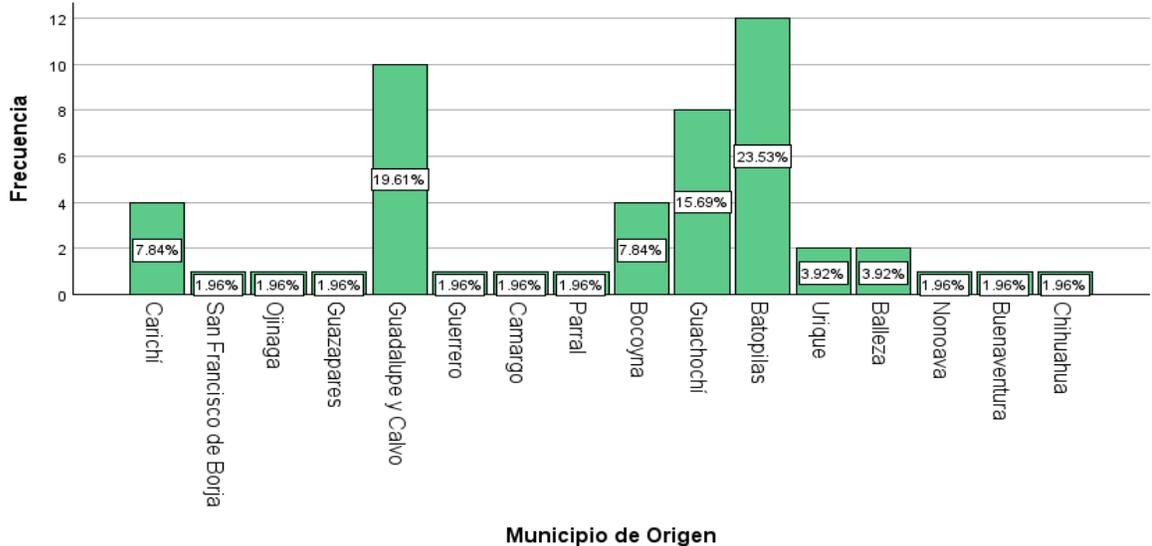
Fig. 1 Distribución bajo la curva de Gauss: Zscore de Peso/Talla al ingreso, de niños con diagnóstico de desnutrición moderada a grave hospitalizados en el Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua de Oct 2023- Oct 2024.



Además, dentro del análisis de frecuencias se encontró una edad media al ingreso de 20.8 meses y un predominio en el sexo femenino en 58.9% (30 de 51 pacientes totales).

Sobre los datos demográficos, mostrados en la **Figura 2**, se encontró que los municipios de origen en nuestra entidad donde prevalece la desnutrición son Batopilas en 23.5%, seguido de Guadalupe y Calvo en 19.5% y Guachochi en 15.6%

Fig. 2: Municipio de Origen de los niños con diagnóstico de desnutrición moderada a grave hospitalizados en el Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua de Oct 2023- Oct 2024.





En la **Tabla 1** se comparan los parámetros antropométricos, el panel bioquímico y los niveles de vitaminas de ingreso en ambos grupos de tratamiento nutricional. Los niveles de vitaminas se analizan solo en el ingreso y al egreso hospitalario.

Tabla 1. Parámetros de ingreso de niños con diagnóstico de desnutrición moderada a grave hospitalizados en el HIECH de Oct 2023 - Oct 2024.

Parámetros de ingreso	Tratamiento nutricional	n	Media	Desv. Estándar	p*
Zscore Peso/Talla	ATLC**	27	-3.17	1.37	0.334
	Suplemento comercial	24	-3.37	1.77	0.336
Zscore Talla/Edad	ATLC	27	-2.34	1.51	0.275
	Suplemento comercial	24	-2.09	1.35	0.273
MUAC	ATLC	27	11.5	1.35	0.139
	Suplemento comercial	24	12	1.68	0.142
Sodio sérico	ATLC	27	134.9	6.29	0.272
	Suplemento comercial	24	133.9	4.82	0.269
Potasio sérico	ATLC	26	3.6	1.1	0.236
	Suplemento comercial	24	3.4	0.76	0.233
Calcio sérico	ATLC	27	8.7	1.25	0.125
	Suplemento comercial	23	8.3	0.97	0.12
Cloro sérico	ATLC	26	109.1	5.74	0.038
	Suplemento comercial	23	101.4	20.82	0.049
Fósforo sérico	ATLC	26	4.4	1.64	0.049
	Suplemento comercial	23	3.7	1.02	0.045
Magnesio sérico	ATLC	25	1.96	0.39	0.429
	Suplemento comercial	21	1.94	0.39	0.429
Albúmina	ATLC	26	3	1.07	0.092
	Suplemento comercial	24	2.6	0.94	0.091
BUN***	ATLC	23	11.9	14.97	0.477
	Suplemento comercial	20	11.2	17.35	0.477
Vitamina A	ATLC	26	36.1	17.31	0.051
	Suplemento comercial	20	27.9	15.72	0.049
Vitamina B3 (Niacina)	ATLC	26	27.1	14.86	0.15
	Suplemento comercial	20	36.9	44.67	0.178
Zinc	ATLC	24	534.3	232.34	0.148
	Suplemento comercial	21	611.6	258.03	0.15
Vitamina D (25-hidroxi)	ATLC	26	23.9	9.41	0.243
	Suplemento comercial	21	26.2	12.87	0.251

*Prueba t de student para muestras independientes. **ATLC: Alimento Terapéutico Listo para el Consumo.

***BUN: Nitrógeno ureico.



Los mismos parámetros son analizados en la **Tabla 2**, con la única diferencia que estos son en el tiempo cero, correspondiente al inicio de la vía oral una vez estabilizado el paciente. Esto se realizó con el objetivo de analizar el estado inicial tras las correcciones electrolíticas y mejoría de las condiciones generales de estos pacientes al ingreso, previo al comienzo del tratamiento nutricional específico en cada grupo.

Tabla 2. Parámetros de Tiempo cero (inicio de vía oral) de niños con diagnóstico de desnutrición moderada a grave hospitalizados en el HIECH de Oct 2023 - Oct 2024.

Parámetros de Tiempo cero	Tratamiento nutricional	n	Media	Desv. Estándar	p*
Zscore Peso/Talla	ATLC	27	-2.94	1.3	0.056
	Suplemento comercial	24	-3.81	2.43	0.064
Zscore Talla/Edad	ATLC	27	-2.4	1.58	0.207
	Suplemento comercial	24	-2.08	1.17	0.203
MUAC	ATLC	27	11.8	1.26	0.381
	Suplemento comercial	24	11.9	1.64	0.383
Sodio sérico	ATLC	27	135.3	3.96	0.410
	Suplemento comercial	24	135.1	3.66	0.410
Potasio sérico	ATLC	26	4.3	1.03	0.034
	Suplemento comercial	24	3.8	0.73	0.031
Calcio sérico	ATLC	27	8.7	1.01	0.132
	Suplemento comercial	23	8.3	0.96	0.131
Cloro sérico	ATLC	26	109.1	3.58	0.123
	Suplemento comercial	23	101.4	20.32	0.135
Fósforo sérico	ATLC	26	4.4	1.25	0.138
	Suplemento comercial	23	3.7	0.90	0.136
Magnesio sérico	ATLC	25	1.96	0.67	0.479
	Suplemento comercial	21	1.94	0.40	0.478

*Prueba t de student para muestras independientes

Los resultados obtenidos en el tiempo uno, el cual corresponde al 3er día de recuperación nutricional (observados en la **Tabla 3**), son de utilidad para analizar la existencia o no de un mayor riesgo para presentar *síndrome de realimentación* tras el inicio del tratamiento nutricional correspondiente.



Tabla 3. Parámetros de Tiempo uno (3er día de recuperación nutricional) de niños con diagnóstico de desnutrición moderada a grave hospitalizados en el HIECH de Oct 2023 - Oct 2024.

Parámetros de Tiempo uno	Tratamiento nutricional	n	Media	Desv. Estándar	p*
Zscore Peso/Talla	ATLC	8	-2.75	0.79	0.105
	Suplemento comercial	4	-3.64	1.56	0.174
Zscore Talla/Edad	ATLC	8	-2.52	1.61	0.104
	Suplemento comercial	5	-2.51	1.60	0.181
MUAC	ATLC	8	11.4	1.10	0.150
	Suplemento comercial	4	12.4	2.05	0.213
Sodio sérico	ATLC	16	129.6	32.13	0.318
	Suplemento comercial	13	133.9	2.72	0.301
Potasio sérico	ATLC	14	3.7	26.67	0.195
	Suplemento comercial	12	4.6	0.48	0.180
Calcio sérico	ATLC	15	8.8	1.03	0.086
	Suplemento comercial	12	8.3	0.73	0.078
Cloro sérico	ATLC	15	100.8	27.61	0.246
	Suplemento comercial	12	106.5	4.60	0.224
Fósforo sérico	ATLC	13	4.7	1.06	0.095
	Suplemento comercial	11	4.2	0.94	0.093
Magnesio sérico	ATLC	14	1.8	0.36	0.496
	Suplemento comercial	11	1.8	0.31	0.496
Albúmina	ATLC	5	3	0.78	0.282
	Suplemento comercial	5	2.7	0.79	0.282

*Prueba t de student para muestras independientes

El análisis de los parámetros de egreso se observa en la **Tabla 4**, donde además se agrega el número comparativo de días totales de estancia que se ameritaron para la recuperación nutricional de los pacientes en cuestión.



Tabla 4. Parámetros de egreso de niños con diagnóstico de desnutrición moderada a grave hospitalizados en el HIECH de Oct 2023 - Oct 2024.

Parámetros de egreso	Tratamiento nutricional	n	Media	Desv. Estándar	p^*
Zscore Peso/Talla	ATLC	27	1.77	1.22	0.215
	Suplemento comercial	24	1.51	1.04	0.213
Zscore Talla/Edad	ATLC	27	2.28	1.38	0.241
	Suplemento comercial	24	2.03	1.06	0.238
MUAC al egreso	ATLC	27	12.8	1.06	0.119
	Suplemento comercial	24	13.1	0.91	0.117
Días de recuperación nutricional	ATLC	27	29.9	25.41	0.051
	Suplemento comercial	24	41.4	23.60	0.050
Vitamina A	ATLC	18	31.9	15.60	0.445
	Suplemento comercial	20	31.3	12.82	0.445
Vitamina B3 (Niacina)	ATLC	17	26.1	12.64	0.197
	Suplemento comercial	19	32.3	26.97	0.189
Zinc	ATLC	18	615.3	176.89	0.420
	Suplemento comercial	20	602.5	206.07	0.419
Vitamina D (25-hidroxi)	ATLC	18	29.5	7.88	0.172
	Suplemento comercial	20	56.02	116.4	0.162

*Prueba t de student para muestras independientes

En las **Tabla 5 y 6**, se presenta la asociación de los parámetros de ingreso y egreso de la población bajo tratamiento con ATLC y suplementación comercial, respectivamente.

Tabla 5. Análisis de población bajo tratamiento con Alimento Terapéutico Listo para el Consumo.

Parámetros de paciente con ATLC	n	Media	Desv. Estándar	p^*
Zscore Peso/Talla Ingreso	27	-3.17	1.31	0.013
Zscore Peso/Talla Egreso	27	1.77	1.22	
Zscore Talla/Edad Ingreso	27	-2.34	1.51	< 0.001
Zscore Talla/Edad Egreso	27	2.28	1.38	
MUAC al ingreso	27	11.57	1.35	< 0.001
MUAC al egreso	27	12.8	1.06	
Vitamina A al ingreso	18	35.56	18.18	0.004
Vitamina A al egreso	18	31.94	15.60	
Vitamina B3 (Niacina) al ingreso	17	26.47	16.06	0.012
Vitamina B3 (Niacina) al egreso	17	26.14	12.64	
Zinc al ingreso	16	548.59	240.73	0.400
Zinc al egreso	16	611.73	187.97	
Vitamina D (25-hidroxi) al ingreso	18	22.39	9.11	0.013
Vitamina D (25-hidroxi) al egreso	18	29.58	7.88	
Sodio sérico, ingreso	5	136.2	4.38	0.408
Sodio sérico, tiempo tres	5	138.4	1.34	
Potasio sérico, ingreso	3	3.9	1.26	0,193



Potasio sérico, tiempo tres	3	4.3	0.41	
Calcio sérico, ingreso	5	8.8	1.0	0.095
Calcio sérico, tiempo tres	5	9.7	0.73	
Cloro sérico, ingreso	4	113.2	3.50	0.179
Cloro sérico, tiempo tres	4	104.2	3.30	
Fósforo sérico, ingreso	5	3.5	1.60	0.115
Fósforo sérico, tiempo tres	5	5.7	1.49	
Magnesio sérico, ingreso	5	1.9	0.17	0.445
Magnesio sérico, tiempo tres	5	1.8	0.13	
Albúmina sérica, ingreso	4	2.1	1.41	0.412
Albúmina sérica, tiempo tres	4	3.6	0.85	
BUN, ingreso	2	2.8	1.32	<0.001
BUN, tiempo tres	2	8.8	0.66	

*Prueba *t* de student para muestras emparejadas

Tabla 6. Análisis de población bajo tratamiento con Suplementación comercial.

Parámetros de pacientes con suplemento comercial	n	Media	Desv. Estándar	<i>p</i> *
Zscore Peso/Talla Ingreso	24	-3.37	1.77	0.011
Zscore Peso/Talla Egreso	24	1.51	1.04	
Zscore Talla/Edad Ingreso	24	-2.09	1.35	< 0.001
Zscore Talla/Edad Egreso	24	2.03	1.06	
MUAC al ingreso	24	12.04	1.68	< 0.001
MUAC al egreso	24	13.17	0.91	
Vitamina A al ingreso	17	27.65	14.31	0.446
Vitamina A al egreso	17	31.59	13.92	
Vitamina B3 (Niacina) al ingreso	16	40.98	49.30	0.207
Vitamina B3 (Niacina) al egreso	16	33.98	29.15	
Zinc al ingreso	18	600.38	255.92	0.302
Zinc al egreso	18	599.28	217.59	
Vitamina D (25-hidroxi) al ingreso	18	23.98	9.94	0.283
Vitamina D (25-hidroxi) al egreso	18	58.61	122.75	
Sodio sérico, ingreso	5	133.4	6.06	0.336
Sodio sérico, tiempo tres	5	136.8	2.58	
Potasio sérico, ingreso	5	3.3	0.65	0.470
Potasio sérico, tiempo tres	5	4.0	0.64	
Calcio sérico, ingreso	5	7.9	0.75	0.244
Calcio sérico, tiempo tres	5	9.1	0.40	
Cloro sérico, ingreso	5	87.2	43.56	0.479
Cloro sérico, tiempo tres	5	109.2	3.03	
Fósforo sérico, ingreso	5	3.7	1.40	0.210
Fósforo sérico, tiempo tres	5	5.4	0.84	



Magnesio sérico, ingreso	4	1.6	0.50	0.392
Magnesio sérico, tiempo tres	4	1.8	0.18	
Albúmina sérica, ingreso	3	2.6	1.00	-
Albúmina sérica, tiempo tres	3	3.9	0.00	
BUN, ingreso	1	6.0	0.00	-
BUN, tiempo tres	1	9.8	0.00	

*Prueba *t* de student para muestras emparejadas

9. DISCUSIÓN

En los resultados previamente comentados en la **Tabla 1**, se realizó una comparación de los parámetros de ingreso, en donde se observó que las mediciones basales de los grupos no presentaron diferencias estadísticamente significativas a excepción de los niveles de cloro y fósforo al ingreso, los cuales tienen una $p < 0.05$, mismos que al tiempo cero que corresponde al inicio de la vía oral (**Tabla 2**) ya no se observaron. Esto nos permite determinar que nuestra población al ingreso presentaba características similares, por lo tanto, se puede evaluar ambas intervenciones con seguridad.

Resulta de importancia el analizar que en el tiempo uno, que corresponde al 3er día de recuperación nutricional, (**Tabla 3**) puede existir mayor riesgo de presentar *síndrome de realimentación*. En la población de estudio se observa lo siguiente:

- La media de **potasio** sérico sufre una disminución del 13.9% en cuanto al grupo con ATLC y un aumento de hasta 21% en los que se otorga suplementación comercial.
- El **fósforo** sérico presenta un aumento en ambos grupos con 6.8% y hasta de 13.5% del nivel inicial con ATLC y suplementación comercial, respectivamente.
- Los niveles séricos de **magnesio** tienen una disminución en ambos grupos: en aquellos con ATLC disminuye hasta un 8.1% mientras que en los de suplementación comercial, aunado a la preparación artesanal en papilla, fue de un 7.2%.

Recordar que el *síndrome de realimentación* se define por la disminución de al menos 10% los niveles séricos de fósforo, potasio y/o magnesio (da Silva et al., 2020); por lo que al observar que los niveles de potasio en el grupo de población con ATLC disminuyen



13.9% al 3er día del inicio de la vía enteral, se cumple un criterio para establecer este diagnóstico; sin embargo, los niveles de p son >0.05 por lo que no se puede determinar que esta disminución sea secundaria al tipo de intervención nutricional, al igual que los porcentajes de disminución antes mencionados, la media de nuestra muestra que presentó descenso de niveles de potasio fue de 5.9%, en los niveles de magnesio de 15.7% y 9.8% de los niveles de fósforo.

Además, no se tomó en cuenta que durante la recolección de datos algunos pacientes también contaban con aporte extra de electrolitos pudiendo tener otra fuente que generara la presentación de este desequilibrio hidroelectrolítico. A diferencia de lo descrito en el estudio de cohorte de Muzeyi et al., 2024 donde la incidencia acumulada de síndrome de realimentación durante la transición de F-75 a ATLC fue de 34.8%.

En el análisis de los parámetros de egreso en la **Tabla 4**, se observa una mejoría antropométrica en el Zscore de Peso/Talla, Talla/Edad y MUAC, en ambos grupos, por lo que se puede concluir que ambas intervenciones son igual de efectivas.

Existe además una diferencia de 11 días en la media de estancia para recuperación nutricional (de 29.9 a 41.4 días en los pacientes con ATLC con respecto a los pacientes bajo papillas y suplementación comercial), con una tendencia a la significancia debido a la proximidad del valor de p a 0.05 (con un valor en los grupos antes determinados de 0.051 y 0.050 respectivamente). Lo anterior es similar a lo referido en la literatura ya que, según Abebe et al., 2023, en los pacientes con ATLC se disminuye el tiempo de recuperación de 7 a 10 días en comparación con la F100. Con esto disminuyendo los costos de días de estancia hospitalaria, así como el riesgo de complicaciones como infecciones asociadas a los cuidados de la salud.

Con respecto al análisis de los niveles de vitaminas al egreso cabe resaltar que:

- El promedio de los niveles de **Vitamina A** se encuentran dentro de rangos normales en ambos grupos (31.9 mcg/dL y 31.3 mcg/dL en cada grupo de tratamiento nutricional); esto en comparación con Sigh et al., 2023, donde se refiere que la prevalencia en la deficiencia de vitamina A disminuye en un 2.8%, sin diferencia estadística al igual que en este estudio.



- Se presentaron valores superiores a lo normal en los niveles de **Vitamina B3** para el grupo etario (>20 ng/ml), donde en la población con suplementación comercial se encuentran en 32.3 ng/ml en comparación a 26.1 ng/ml en aquellos con ATLC.
- En ambos grupos poblacionales se detecta que los niveles de **Zinc** persisten menores a los límites inferiores al grupo de edad (1 a 5 años de 670 mcg/L), con un valor de 615.3 mcg/L en ATLC y 602.5 mcg/L. (Ladino-Meléndez & Velásquez-Gaviria, 2021).
- Respecto al nivel de **vitamina D** (25-hidroxi), al egreso está dentro de valores normales, con niveles más altos en aquellos pacientes a los que se otorgó suplemento comercial (56.02 ng/mL). Saleem et al., 2018 refiere que en los pacientes sólo bajo tratamiento con ATLC sin suplementación adicional se egresaban con niveles de 4.8-30 ng/mL, menores a nuestro grupo de población.

Los pacientes de este estudio se egresaron en recuperación nutricional continuando la suplementación, por lo que se espera se recuperen niveles gradualmente.

En la asociación de los parámetros de ingreso y egreso de la población bajo tratamiento con ATLC en la **Tabla 5**, resalta lo siguiente:

- Existe una mejoría significativa en todas las medidas antropométricas (Zscore Peso/Talla, Talla/Edad y MUAC). Por lo antes mencionado, se confirma lo previamente descrito en estudios como el de (Talavera et al., 2020) donde se alcanzó una tasa de resolución de 82.2% en el grupo de niños con ATLC vs en aquellos que no lo recibieron donde la tasa de recuperación al egreso era de 52.1%.
- Se presenta una disminución de los niveles de **Vitamina A** al egreso (de 35.5 mcg/dL al ingreso a 31.9 mcg/dL al egreso), a pesar de su disminución estos siguen estando dentro de límites normales para la edad.
- Respecto a los niveles de **Vitamina B3 (Niacina)** se observa una disminución (de 0.33 ng/mL) con un nivel de *p* de 0.012.
- Con relación al **Zinc** se observa una mejoría de un nivel de ingreso de 548.5 mcg/L a 611.7 mcg/L al egreso.



- Por su parte, se encuentra que los niveles de **Vitamina D (25-hidroxi)** tienen un aumento de 7.19 ng/ml con respecto al ingreso, aunque el parámetro de ingreso también se encontrara dentro de niveles normales para la edad.
- Los resultados observados al comparar los niveles de los electrolitos de ingreso a egreso no tienen significancia estadística debido al número de muestra reducido en los que se tiene comparación de ambos parámetros, esto debido a que durante la recuperación nutricional al superarse el periodo de riesgo no existía necesidad de continuar con la toma de electrolitos séricos cercano al egreso.

En lo que respecta a la comparación de los parámetros de la población bajo suplementación comercial que se observa en la **Tabla 6**, se puede observar que:

- También se encuentra una mejoría significativa en todas las medidas antropométricas (Zscore Peso/Talla, Talla/Edad y MUAC). Destaca que a pesar de que el Zscore P/T al egreso en este grupo es relativamente menor en comparación al otro (1.51 vs 1.77 DE), hay un aumento de +1.86 DE en lugar de +1.4 DE en el grupo con ATLC.
- En cuanto al panel bioquímico no se observan resultados estadísticamente significativos en ningún panel de vitaminas. Hay un aumento de los niveles de **vitamina A** (de 3.94 mcg/dL) y **Vitamina D 25-hidroxi** (de 34.6 ng/ml), además de una disminución de los niveles de **vitamina B3** (7 ng/ml) y de **Zinc** (1.1 mcg/L).

10. CONCLUSIÓN

La desnutrición infantil es un problema de salud que, a pesar de las iniciativas establecidas tanto a nivel mundial como en nuestro país, aún tiene un impacto en el desarrollo, morbilidad y mortalidad de la población pediátrica. De esta manera, es fundamental contar con herramientas para favorecer la atención de estos pacientes.

El análisis de los resultados de este proyecto revela una mejoría notable en todas las medidas antropométricas en los dos grupos de intervención, lo que determina que ambos son igual de efectivos para la recuperación nutricional.



Con base en lo mencionado anteriormente, es posible determinar que los pacientes desnutridos bajo tratamiento con **Alimento terapéutico listo para el consumo (ATLC)** presentan una recuperación bioquímica comparable a aquellos que reciben suplementación comercial aunada al tratamiento con papillas artesanales.

Respecto a la eficacia en la recuperación de deficiencias vitamínicas (A, B3, D y Zinc) en los pacientes desnutridos a los que se otorgó ATLC, se observó una ligera disminución de los niveles de Vitamina A y B3 (niacina) al momento del egreso (aunque todavía dentro de límites normales para su edad) y una mejoría de los niveles de Vitamina D y Zinc en comparación con el ingreso. Es importante destacar que, a pesar de los niveles de egreso previamente comentados los pacientes continuaron la suplementación, por lo que se espera se continúe la recuperación gradual de las deficiencias de estas vitaminas y minerales.

Otra cuestión de importancia es la diferencia observada en el promedio de días de estancia para recuperación nutricional, lo que genera un impacto notable en el costo general de la atención de estos pacientes al igual que la posibilidad de la reintegración a sus comunidades y continuar el manejo de manera ambulatoria además del seguimiento en primer nivel de atención.

A pesar de la mejoría de los niveles de vitaminas antes mencionados, no se evidencia una mayor recuperación de la deficiencia en aquellos pacientes tratados con ATLC a diferencia de lo que se planteó en la hipótesis, esto debido probablemente al mayor tiempo que llevo la recuperación nutricional de los pacientes bajo suplementación comercial y papillas (en promedio, 11 días más) periodo durante el cual continuaron recibiendo tratamiento, lo que resultó en un aumento general de los niveles de vitaminas al egreso.

Además, en relación con el síndrome de realimentación, no se puede determinar que la disminución de los niveles de potasio y por lo tanto el diagnóstico de esta complicación en la población bajo ATLC sea secundaria al tipo de intervención nutricional aplicada.

La prevalencia de la desnutrición aguda en nuestra población pediátrica en el estado de Chihuahua es alta, su importancia radica en que, durante este periodo el estado nutricional es crítico ya que tiene implicaciones determinantes en el desarrollo cognitivo



y físico, al igual que en el estado de salud a largo plazo y el bienestar general de la población.

Un diagnóstico oportuno y tratamiento adecuado pueden reducir la mortalidad y mejorar la supervivencia de los pacientes. Un recurso que proporciona una guía para la atención es el Lineamiento Técnico operativo para el Abordaje de la Desnutrición Aguda Infantil en México (Bonvecchio et al., 2024), donde se establecen herramientas que permitan dar un manejo estandarizado, desde la detección en el primer nivel de atención y el inicio inmediato del tratamiento, o en caso de que esto no sea posible al identificar datos de alarma o condiciones agravantes, garantizar una referencia oportuna a segundo o tercer nivel de atención para continuar el manejo específico y así prevenir complicaciones.

Al observar la efectividad en la recuperación nutricional en ambos tipos de tratamiento analizados en este estudio, es fundamental destacar los beneficios que ofrecen las formulaciones nutricionales como el ATLC durante el tratamiento en la desnutrición infantil de moderada a grave. Además de su alto valor nutricional y contenido energético, presenta ventajas en cuanto a su facilidad de transporte lo que resulta fundamental en condiciones geográficas adversas como las observadas en nuestro estado, al igual que no requieren preparación adicional lo que disminuye el riesgo de contaminación en condiciones de higiene desfavorables. Asimismo, estas tienen un menor costo en comparación a otras formulaciones generando un impacto en los gastos del sistema de salud.

10. RECOMENDACIONES

1. Considerar la necesidad de una suplementación más prolongada o el ajuste de las dosis de las vitaminas y minerales que se otorgan durante el tratamiento de recuperación nutricional posterior al egreso hospitalario de los pacientes.

2. Capacitar al personal clínico desde el primer nivel de atención, tanto en la detección oportuna de pacientes con desnutrición aguda de intensidad moderada a



grave, como en el uso de las formulaciones disponibles en estas unidades de salud para posibilitar el manejo de los pacientes estables por el medio ambulatorio.

3. Fomentar el reporte inmediato de los casos de desnutrición aguda desde intensidad leve para la efectuar intervenciones específicas y evitar la progresión a estados de mayor gravedad o complicaciones.

4. Dar seguimiento ambulatorio a los pacientes posterior a la recuperación nutricional en el ámbito hospitalario, para asegurar que se cuenten con las condiciones adecuadas para que continúen un crecimiento y desarrollo favorables, debido a las condiciones asociadas que en ocasiones ellos y sus familias presentan.

5. Establecer el seguimiento de las guías: Lineamiento Técnico operativo para el Abordaje de la Desnutrición Aguda Infantil en México (Bonvecchio et al., 2024) o las Directrices de la OMS sobre la prevención y tratamiento de la desnutrición aguda grave en pacientes menores de 5 años (World Health Organization, 2023), para otorgar un manejo estandarizado y estructurado basado en evidencia que aumente la sobrevivencia de los pacientes.

6. Contar con el equipo que permita la atención integral de los pacientes (médicos generales, médicos pediatras y subespecialistas, nutriólogos, psicólogos, trabajo social y autoridades correspondientes), para ofrecer tratamientos accesibles y efectivos que contribuyan a una óptima recuperación de los pacientes.



12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abebe, A., Simachew, Y., & Delbiso, T. D. (2023). Effect of ready-to-use therapeutic foods on time to recovery among children with severe acute malnutrition in Ethiopia: A prospective cohort study. *BMC Pediatrics*, 23, 340. <https://doi.org/10.1186/s12887-023-04168-x>
2. Ashworth, A., Khanum, S., Jackson, A., & Schofield, E. C. (2004). *Directrices para el tratamiento hospitalario de los niños con malnutrición grave*. <https://iris.who.int/handle/10665/43061>
3. Attia, S., Feenstra, M., Swain, N., Cuesta, M., & Bandsma, R. H. J. (2017). Starved Guts: Morphologic and Functional Intestinal Changes in Malnutrition. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 65(5), 491-495. <https://doi.org/10.1097/MPG.0000000000001629>
4. Bonvecchio, A., Lozada, A., Rodríguez, G., Pacheco, R., Chávez, E., Casco, C., & Sachese, M. (Eds.). (2024). *Lineamiento Técnico Operativo para el Abordaje de la Desnutrición Aguda Infantil en México*.
5. Corsello, A., Trovato, C. M., Dipasquale, V., Bolasco, G., Labriola, F., Gottrand, F., Verduci, E., Diamanti, A., & Romano, C. (2023). Refeeding Syndrome in Pediatric Age, An Unknown Disease: A Narrative Review. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 77(6), e75. <https://doi.org/10.1097/MPG.0000000000003945>
6. Cuevas-Nasu, L., Muñoz-Espinosa, A., Shamah-Levy, T., García-Feregrino, R., Gómez-Acosta, L. M., Ávila-Arcos, M. A., & Rivera-Dommarco, J. A. (2023). Estado de nutrición de niñas y niños menores de cinco años en México. Ensanut 2022. *Salud Pública de México*, 65, s211-s217. <https://doi.org/10.21149/14799>
7. da Silva, J. S. V., Seres, D. S., Sabino, K., Adams, S. C., Berdahl, G. J., Wolfe, S., Greaves, J. R., Gura, K. M., Michalski, A., Plogsted, S., Sacks, G. S., Tucker, A. M., Worthington, P., Walker, R. N., & Ayers, P. (2020, marzo 2). *ASPEN Consensus Recommendations for Refeeding Syndrome*. 35(2), 178-195.



8. Dipasquale, V., Cucinotta, U., & Romano, C. (2020). Acute Malnutrition in Children: Pathophysiology, Clinical Effects and Treatment. *Nutrients*, 12(8), Article 8. <https://doi.org/10.3390/nu12082413>
9. Food and Agriculture Organization of the United Nations, & World Health Organization. (2022). *Guidelines for ready-to-use therapeutic foods*. Codex Alimentarius Guideline No. CXG 95-2022., Rome. <https://doi.org/10.4060/cc4593en>
10. Głąbska, D., Kołota, A., Lachowicz, K., Skolmowska, D., Stachoń, M., & Guzek, D. (2021). The Influence of Vitamin D Intake and Status on Mental Health in Children: A Systematic Review. *Nutrients*, 13(3), 952. <https://doi.org/10.3390/nu13030952>
11. Goyheneix, M., UNICEF, & Ministerio de Salud de la Nación. (2020, septiembre 29). *Manual para el Manejo Comunitario de la Desnutrición Aguda | UNICEF*. <https://www.unicef.org/argentina/publicaciones-y-datos/manejo-desnutricion-aguda>
12. Hadi, S., Amani, R., Tehrani, M. M., Hadi, V., Hejri, S., & Askari, G. (2022). Ready-to-Use Therapeutic Food (RUTF) Formulations with Functional Food and Nutrient Density for the Treatment of Malnutrition in Crisis. *International Journal of Preventive Medicine*, 13, 16. https://doi.org/10.4103/ijpvm.IJPVM_304_20
13. Heydenrych, N., Maayer, T. D., Nel, M., & Berg, L. van den. (2024). A retrospective cohort analysis of factors associated with the development of refeeding syndrome in children 0–59 months diagnosed with severe acute malnutrition in a South African setting. *Heliyon*, 10(9). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e30091>
14. Joshi, M., & Uday, S. (2023). Vitamin D Deficiency in Chronic Childhood Disorders: Importance of Screening and Prevention. *Nutrients*, 15(12), 2805. <https://doi.org/10.3390/nu15122805>
15. Kamath, L., Ratageri, V. H., Kanthi, A. S., Fattepur, S. R., & Desai, R. H. (2023). Status of Vitamin B12, Zinc, Copper, Selenium, Manganese, Molybdenum and Cobalt in Severe Acute Malnutrition. *Indian Journal of Pediatrics*, 90(10), 988-993. <https://doi.org/10.1007/s12098-023-04520-0>
16. Kangas, S. T., Salpéteur, C., Nikièma, V., Talley, L., Briend, A., Ritz, C., Friis, H., & Kaestel, P. (2020). Vitamin A and iron status of children before and after



- treatment of uncomplicated severe acute malnutrition. *Clinical Nutrition*, 39(11), 3512-3519. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.03.016>
17. Katoch, O. R. (2022). Determinants of malnutrition among children: A systematic review. *Nutrition*, 96, 111565. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2021.111565>
18. Ladino-Meléndez, L., & Velásquez-Gaviria, Ó. J. (2021). *NUTRIDATOS, Manual de Nutrición Clínica* (3a edición). Health Books.
19. Mehta, N. M., Corkins, M. R., Lyman, B., Malone, A., Goday, P. S., Carney, L. (Nieman), Monczka, J. L., Plogsted, S. W., Schwenk, W. F., & the American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.) Board of Directors. (2013). Defining Pediatric Malnutrition: A Paradigm Shift Toward Etiology-Related Definitions. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 37(4), 460-481. <https://doi.org/10.1177/0148607113479972>
20. Ministerio de Salud y Protección Social, & UNICEF. (2021, febrero 1). *Lineamiento para el manejo integrado de la desnutrición | UNICEF*. ISBN 978-958-8514-67-3. <https://www.unicef.org/colombia/informes/lineamiento-para-el-manejo-integrado-de-la-desnutrici%C3%B3n>
21. Mrimi, E. C., Palmeirim, M. S., Minja, E. G., Long, K. Z., & Keiser, J. (2022). Malnutrition, anemia, micronutrient deficiency and parasitic infections among schoolchildren in rural Tanzania. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 16(3), e0010261. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0010261>
22. Mrowicka, M., Mrowicki, J., Dragan, G., & Majsterek, I. (2023). The importance of thiamine (vitamin B1) in humans. *Bioscience Reports*, 43(10), BSR20230374. <https://doi.org/10.1042/BSR20230374>
23. Muzeyi, W., Andra, T. O., Oriokot, L., & Musiime, V. (2024). High Incidence of Refeeding Syndrome during the Transition from F75 to Ready-to-Use Therapeutic Feeds among Children 6 to 59 Months with Severe Acute Malnutrition at the Pediatric Nutritional Unit of Mulago Hospital. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2024, 5469478. <https://doi.org/10.1155/2024/5469478>
24. Neufeld, L. M., Beal, T., Larson, L. M., & Cattaneo, F. D. (2020). Global Landscape of Malnutrition in Infants and Young Children. En K. F. Michaelsen, L. M. Neufeld,



- & A. M. Prentice (Eds.), *Nestlé Nutrition Institute Workshop Series* (Vol. 93, pp. 1-14). S. Karger AG. <https://doi.org/10.1159/000503315>
25. Otit, M. I., & Allen, S. J. (2021). Severe acute malnutrition in low- and middle-income countries. *Paediatrics and Child Health*, 31(8), 301-307. <https://doi.org/10.1016/j.paed.2021.05.001>
26. Patterson, G. T., Manthi, D., Osuna, F., Muia, A., Olack, B., Mbuchi, M., Saldarriaga, O. A., Ouma, L., Inziani, M., Yu, X., Otieno, P., & Melby, P. C. (2021). Environmental, Metabolic, and Inflammatory Factors Converge in the Pathogenesis of Moderate Acute Malnutrition in Children: An Observational Cohort Study. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 104(5), 1877-1888. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.20-0963>
27. Pham, T.-P.-T., Alou, M. T., Golden, M. H., Million, M., & Raoult, D. (2021). Difference between kwashiorkor and marasmus: Comparative meta-analysis of pathogenic characteristics and implications for treatment. *Microbial Pathogenesis*, 150, 104702. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2020.104702>
28. Rytter, M. J. H., Kolte, L., Briend, A., Friis, H., & Christensen, V. B. (2014). The immune system in children with malnutrition—A systematic review. *PloS One*, 9(8), e105017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105017>
29. Saleem, J., Zakar, R., Zakar, M. Z., Belay, M., Rowe, M., Timms, P. M., Scragg, R., & Martineau, A. R. (2018). High-dose vitamin D3 in the treatment of severe acute malnutrition: A multicenter double-blind randomized controlled trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 107(5), 725-733. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqy027>
30. Saucedo Arteaga, G., Chávez Villasana, A., & García González, V. (2003). Salud y nutrición en la Sierra Tarahumara. *Estudios de Antropología Biológica*, XI, 343-364.
31. Schoonees, A., Lombard, M. J., Musekiwa, A., Nel, E., & Volmink, J. (2019). Ready-to-use therapeutic food (RUTF) for home-based nutritional rehabilitation of severe acute malnutrition in children from six months to five years of age. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2019(5). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009000.pub3>



32. Sigh, S., Roos, N., Chhoun, C., Lailou, A., & Wieringa, F. T. (2023). Ready-to-Use Therapeutic Foods Fail to Improve Vitamin A and Iron Status Meaningfully during Treatment for Severe Acute Malnutrition in 6–59-Month-old Cambodian Children. *Nutrients*, *15*(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/nu15040905>
33. Suchdev, P. S., Jefferds, M. E. D., Ota, E., Lopes, K. da S., & De-Regil, L. M. (2020). Home fortification of foods with multiple micronutrient powders for health and nutrition in children under two years of age. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, *2020*(2), CD008959. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008959.pub3>
34. Talavera, J. O., García-Vilchis, M. J., Labrada-Alba, T. S., Olvera-Flores, F., Martínez-Jaureguiberry, M. F., & Salgado-Enríquez, B. (2020). Moderate acute malnutrition prevention with ready-to-use supplementary food in pre-school children from rural communities. *Gaceta Medica De Mexico*, *156*(6), 499-508. <https://doi.org/10.24875/GMM.M21000454>
35. Talavera, J. O., García-Vilchis, M. J., Labrada-Alba, T. S., Olvera-Flores, F., Martínez-Jaureguiberry, M. F., Salgado-Enríquez, B., Talavera, J. O., García-Vilchis, M. J., Labrada-Alba, T. S., Olvera-Flores, F., Martínez-Jaureguiberry, M. F., & Salgado-Enríquez, B. (2020). Prevención de desnutrición aguda moderada con un suplemento alimenticio listo para consumir en niños preescolares de comunidades rurales. *Gaceta médica de México*, *156*(6), 509-518. <https://doi.org/10.24875/gmm.20000285>
36. Tam, E., Keats, E. C., Rind, F., Das, J. K., & Bhutta, A. Z. A. (2020). Micronutrient Supplementation and Fortification Interventions on Health and Development Outcomes among Children Under-Five in Low- and Middle-Income Countries: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, *12*(2), 289. <https://doi.org/10.3390/nu12020289>
37. Vresk, L., Flanagan, M., Daniel, A. I., Potani, I., Bourdon, C., Spiegel-Feld, C., Thind, M. K., Farooqui, A., Ling, C., Miraglia, E., Hu, G., Wen, B., Zlotkin, S., James, P., McGrath, M., & Bandsma, R. H. J. (2024). Micronutrient status in children aged 6-59 months with severe wasting and/or nutritional edema:



Implications for nutritional rehabilitation formulations. *Nutrition Reviews*, nuad165.
<https://doi.org/10.1093/nutrit/nuad165>

38. World Health Organization (Ed.). (2023). *WHO guideline on the prevention and management of wasting and nutritional oedema (acute malnutrition) in infants and children under 5 years*.
39. World Health Organization, W., & Food and Agriculture Organization, F. (2004). *Vitamin and mineral requirements in human nutrition: Report of a joint FAO/WHO expert consultation*. (Second Edition).



13. ANEXOS

- **ANEXO 1. Consentimiento Informado.**

Consentimiento informado.

CHIHUAHUA, CHIH. _____ DE _____ 2023-2024

Yo _____ madre __, padre _____, tutor _____, tutora _____, si _____, no _____, autorizo el uso del alimento terapéutico en el niño _____, niña _____, con nombre _____ de _____ años, _____ meses de edad, con la finalidad de mejorar y recuperar su estado nutricional proporcionado por el profesional de la salud y mi persona, he sido informado(a) y asesorado(a) de los beneficios del alimento terapéutico listo para su uso, así como otras alternativas de la alimentación y del seguimiento médico, así mismo autorizo de ser necesario la toma de fotografías sin que se identifique la cara(rostro) de la niña(o) antes mencionado(a) con la finalidad de dar seguimiento a su recuperación clínica, también autorizo el uso y análisis de la información por los profesionales de la salud recabada en su expediente clínico con fines de enseñanza y mejora de la calidad en la atención médica de la población infantil (sesiones, conferencias, cursos, talleres, simposio, congresos médicos) siempre y cuando no se mencionen sus datos confidenciales ya establecidos en la normatividad vigente.

Nombre completo y firma (padre, madre, tutor, tutora):

Domicilio _____

Testigo (1)

Nombre completo y firma: _____

Domicilio: _____

Testigo (2)

Nombre completo y firma: _____

Domicilio: _____ Nombre completo del profesional de la salud _____



- **ANEXO 2. Tabla comparativa del aporte energético y de micronutrientes del ATLC, Papilla HIM-MAÍZ y Papilla Artesanal 500 Kcal.**

	ATLC	Papilla HIM-MAÍZ Mayor Densidad de Energía	Papilla Artesanal 500 Kcal
Energía (Kcal)	500	369	487
Proteínas (g)	12.8	10.1	20.6
Lípidos (g)	30.3	19.2	18.4
Hidratos de Carbono (g)	45	34.3	59.76
Calcio (mg)	302	317.3	440.5
Fósforo (mg)	343	287.7	139.2
Potasio (mg)	1,171	479.3	785
Magnesio (mg)	80	0	30
Zinc (mg)	11.8	0	7.56
Cobre (µg)	1.5	0	246
Hierro (mg)	10.3	1.5	11.4
Yodo (µg)	98	0	0
Selenio (µg)	28	0	0
Sodio (mg)	165	119.9	253.52
Vitamina A (mg)	790	90	315
Vitamina D(µg)	14	0	2.4
Vitamina E (mg)	18.4	0	2.6
Vitamina C (mg)	46	3	40.2
Vitamina B1 (mg)	0.46	0	0.24
Vitamina B2 (mg)	1,5	0	560
Vitamina B6 (mg)	0.55	0	0.188
Vitamina B12 (µg)	1.5	0	0.62
Vitamina K (µg)	14.4	0	0
Biotina (µg)	56	0	0
Ácido fólico (µg)	184	16.2	67
Ácido pantoténico (mg)	2.8	0	0
Niacina (mg)	4.6	0	3.6

Fuente: (Bonvecchio et al., 2024)



- ANEXO 3. Composición del Alimento Terapéutico Listo para el Consumo.

Nutritional composition of RUTF

	Unit	Minimum	Maximum	GUL
Energy	kcal/100 g	520	550	-
Protein	g/100 kcal	2.5	3.0	-
Lipids	g/100 kcal	5	7	-
n-6 Fatty acids	mg/100 kcal	330	780	-
n-3 Fatty acids	mg/100 kcal	110	280	-
Vitamin A	µg RE/100 kcal *	145	308	-
Vitamin D	µg/100 kcal **	2.7	4.2	-
Vitamin E	mg α-TE /100 kcal ***	3.6	-	-
Vitamin K	µg/100 kcal	2.7	6	-
Vitamin B1	mg/100 kcal	0.09	-	-
Vitamin B2	mg/100 kcal	0.29	-	-
Vitamin C	mg/100 kcal	9	-	-
Vitamin B6	mg/100 kcal	0.11	-	-
Vitamin B12	µg/100 kcal	0.29	-	-
Folic Acid	µg/100 kcal ****	36	-	-
Niacin	mg/100 kcal	0.91	-	-
Pantothenic Acid	mg/100 kcal	0.55	-	-
Biotin	µg/100 kcal	11	-	-
Minerals				
Sodium	mg/100 kcal	-	56	-
Potassium	mg/100 kcal	200	308	-
Calcium	mg/100 kcal	55	151	-
Phosphorus	mg/100 kcal	55	151	-
Magnesium	mg/100 kcal	15	45	-
Iron	mg/100 kcal	1.8	2.7	-
Zinc	mg/100 kcal	2	2.7	-
Copper	mg/100 kcal	0.25	0.35	-
Selenium	µg/100 kcal	3.6	8	-
Iodine	µg/100 kcal	13	27	-

* 1 µg RE = 3.33 IU Vitamin A = 1 µg trans retinol. Retinol contents shall be provided by preformed retinol, while any contents of carotenoids should not be included in the calculation and declaration of vitamin A activity.

** 1 µg calciferol = 40 IU vitamin D. Two forms of vitamin D allowed in RUTF formulation are cholecalciferol (D3) and ergocalciferol (D2).

*** 1 mg α-tocopherol = 1 mg RRR-α-tocopherol (d-α-tocopherol) 41 mg RRR-α-tocopherol = 2.00 mg all-rac-α-tocopherol (dl- α-tocopherol)

**** 1 µg of folic acid = 1.7 µg of dietary folate equivalents (DFE)

Fuente: (Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Health Organization, 2022).



- **ANEXO 4: Dosis recomendadas de micronutrientes para el tratamiento de la desnutrición aguda de intensidad grave.**

MICRO-NUTRIMENTO	DOSIS RECOMENDADA PARA EL TRATAMIENTO DE LA DESNUTRICIÓN AGUDA INFANTIL
Vitamina A	<p>Dosis alta al inicio del tratamiento (si la niña o niño no recibe ATLC).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Niños < 6 meses: 50,000 UI VO. • Niños entre 6 - 12 meses: 100,000 UI VO. • Niños > 12 meses: 200,000 UI VO. <p>5000 UI diarias (no es necesario suplementar bajo tratamiento con ATLC).</p> <p>Suplementación adicional en casos de DAG asociada a sarampión y daño ocular:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Día 1: 50,000 UI, 100,000 UI o 200,000 UI, según la edad. • Día 2: Misma dosis que el día 1. • Día 15 o al alta: Misma dosis que el día 1.
Hierro	<ul style="list-style-type: none"> • Medir la hemoglobina al inicio. Si ésta se encuentra en un valor de ≤ 6 g/dl y sin dificultad respiratoria, iniciar tratamiento con ATLC o preparación artesanal que aporte 10 - 14 mg/100 mg de hierro. • En fase de rehabilitación con ATLC, no se necesitan suplementos de hierro. • Después del tratamiento con ATLC o preparación artesanal, cuando la hemoglobina se encuentra en ≥ 11 g/dl, suministrar hierro elemental a dosis terapéuticas de 3 - 6 mg/kg/día hasta reponer depósitos de hierro. • Si hemoglobina continúa < 11 g/dl, referir a pediatría.
Ácido Fólico	<ul style="list-style-type: none"> • Día 1 del tratamiento: 5 mg de ácido fólico. • Continuar con 1 mg/día durante todo el tratamiento de la desnutrición aguda.
Vitamina D	<ul style="list-style-type: none"> • RDI: 400 - 600 UI/d • En caso de deficiencia (< 30 nmol/L), triplicar dosis(98).
Zinc	<p>En caso de diarrea aguda: 10 - 20 mg/día por 10 - 14 días (no es necesario suplementar bajo tratamiento con ATLC).</p>

Fuente: World Health Organization. Guideline: updates on the management of severe acute malnutrition in infants and children. Geneva: World Health Organization [2013]. Ayala Germán AG, et al. Manejo hospitalario de la desnutrición severa en pediatría Acta Pediatr Méx 2022(31, 98).

Fuente: (Bonvecchio et al., 2024)



- **ANEXO 5: CARTA DE REGISTRO Y APROBACIÓN DE TESIS.**

Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua
Comité de Investigación
Oficio: 006-2025
Chihuahua, Chih., a 14 de Febrero del 2025

Asunto: Registro y aprobación de Tesis

Karen Farah Tannous.

Por medio de la presente le informamos que se ha evaluado y revisado por el Comité local de Investigación del Hospital Infantil Especialidades, el protocolo denominado:

Efectividad en recuperación Bioquímica de vitaminas con alimento terapéutico listo para consumo vs suplementación comercial en pacientes con desnutrición primaria de 6 a 59 meses.

Este cumple con los requerimientos necesarios establecidos por nuestro Comité y ha sido ACEPTADO y registrado con el número CIRP050.

Por lo que le invitamos llevarlo a cabo y le solicitamos que una vez concluido nos haga llegar el informe final con Resultados, Discusión y Recomendaciones a este Comité.

Aprovechamos la ocasión para extender una felicitación a usted y su grupo de Investigación.

Sin más por el momento quedamos de usted.

Atentamente

Dra. Luisa Berenise Gamez González
Coordinadora del Comité de Investigación

C.C.P. Dr. Héctor José Villanueva Cliff. Jefe de Enseñanza e Investigación HIECH