



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**CORRELACIÓN ENTRE EL GASTO Y EL APORTE ENERGÉTICO DE LOS  
RECIÉN NACIDOS SOMETIDOS A CIRUGÍA CARDÍACA DE LA UNIDAD DE  
CUIDADOS INTENSIVOS NEONATALES DEL CENTRO MÉDICO NACIONAL LA  
RAZA**

Que para obtener el grado de especialista en:

**NEONATOLOGÍA**

Presenta:

**DR. JOSÉ DE JESÚS VÁZQUEZ CENTENO**

Tutor de tesis:

**DRA. LOURDES CATALINA CANO VILLALPANDO**

Ciudad Universitaria, CDMX 2019.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## HOJA DE INVESTIGADORES

### INVESTIGADOR RESPONSABLE

Nombre: Dr. José de Jesús Vázquez Centeno  
Área de adscripción: Residente de Neonatología UMAE Hospital General CMN La Raza  
Domicilio: Vallejo y Jacarandas SN, Col. La Raza, Alc. Azcapotzalco, CP 02990, Ciudad de México  
Celular: (55) 6806 7440  
Teléfono: 5724 5900 Ext. 23506  
Correo electrónico: [beyukito@gmail.com](mailto:beyukito@gmail.com)  
Área de especialidad: Pediatría y Neonatología  
Matrícula IMSS: 99236366

### INVESTIGADOR ADSCRITO AL IMSS

Nombre: Dra. Lourdes Catalina Cano Villalpando  
Área de adscripción: Neonatología UMAE Hospital General CMN La Raza  
Domicilio: Vallejo y Jacarandas SN, Col. La Raza, Alc. Azcapotzalco, CP 02990, Ciudad de México  
Celular: (55) 1359 7038  
Teléfono: 5724 5900 Ext. 23506  
Correo electrónico: [catycano25@gmail.com](mailto:catycano25@gmail.com)  
Área de especialidad: Pediatría y Neonatología  
Matrícula IMSS: 98368363

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD  
HOSPITAL GENERAL "DR. GAUDENCIO GONZÁLEZ GARZA"  
CENTRO MÉDICO NACIONAL LA RAZA

TESIS

CORRELACIÓN ENTRE EL GASTO Y EL APORTE ENERGÉTICO DE LOS RECIÉN NACIDOS  
SOMETIDOS A CIRUGÍA CARDÍACA DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS NEONATALES  
DEL CENTRO MÉDICO NACIONAL LA RAZA



---

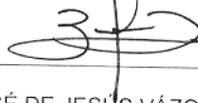
DRA. MARÍA TERESA RAMOS CERVANTES  
Directora de Educación e Investigación en Salud  
UMAE Hospital General CMN La Raza



---

DRA. LOURDES CATALINA CANO VILLALPANDO  
Pediatra Neonatóloga  
Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales  
UMAE Hospital General CMN La Raza

Dr. José de Jesús Vázquez Centeno



---

DR. JOSÉ DE JESÚS VÁZQUEZ CENTENO  
Residente de Neonatología  
Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales  
UMAE Hospital General CMN La Raza

## ÍNDICE

Resumen .....	5
Antecedentes .....	6
Justificación .....	18
Planteamiento del problema .....	19
Preguntas de investigación .....	19
Hipótesis .....	19
Objetivo general y objetivos específicos .....	20
Criterios de selección, exclusión y eliminación .....	21
Material y métodos .....	22
Cálculo de la muestra .....	24
Variables .....	25
Análisis estadístico .....	30
Aspectos éticos .....	30
Carta de consentimiento .....	30
Recursos humanos y materiales .....	31
Presupuesto y financiamiento .....	31
Conflicto de intereses .....	31
Resultados .....	32
Discusión .....	39
Conclusiones .....	42
Bibliografía .....	43
Anexos .....	48

## RESUMEN

**ANTECEDENTES.** La alimentación adecuada es esencial en el manejo del niño en estado crítico. Un porcentaje importante de los pacientes que ingresan a las Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) desarrollan algún grado de desnutrición. El período postquirúrgico de las intervenciones cardiovasculares es complejo, por lo tanto, la evaluación, planeación y administración de una alimentación adecuada es imprescindible como parte del tratamiento. Se han realizado estudios en adultos y niños críticamente enfermos que demuestran que tienen mayores requerimientos nutricionales, así como un estado catabólico considerable que se traduce en elevación del gasto energético. En EUA, anualmente nacen 40,000 niños con malformaciones cardíacas congénitas, con incidencia de 1/100 RN (RN) vivos, dentro de los cuales aproximadamente un tercio requiere corrección quirúrgica en el primer año de vida, predominando en el período neonatal. En estos niños, el período postquirúrgico inmediato se caracteriza por estado hipermetabólico, disminución del GE en reposo y total mayor. Las alteraciones nutricionales se han asociado a mayor morbilidad y mortalidad en el período postquirúrgico.

**OBJETIVO.** Comparar el estado nutricional de los pacientes sometidos a procedimiento quirúrgico cardiovascular, previo al procedimiento quirúrgico y un mes después de realizada la cirugía o al egreso, si este ocurre antes.

**MATERIAL Y MÉTODOS.** Estudio observacional, prospectivo, transversal, descriptivo. Se realizará en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital General del Centro Médico Nacional La Raza, incluyendo a todos los recién nacidos menores a 44 semanas de edad gestacional corregida ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales en el período del 1º de marzo de 2019 al 30 de junio de 2019, en quienes se realizarán mediciones antropométricas por personal capacitado de acuerdo al método de Habitch y evaluación del estado nutricional basados en gráficas de la OMS para pacientes de término y en la escala de Fenton para prematuros, y puntaje Z. Cálculo del gasto energético basal por fórmula de Schofield modificado por factores de estrés y correlación con el estado nutricional.

**RESULTADOS.** La mayoría de los pacientes fueron recién nacidos a término de sexo masculino con peso bajo para la edad gestacional. Las cardiopatías más frecuentes fueron de tipo cianógeno y los procedimientos realizados con mayor número fueron fístula sistemicopulmonar y corrección de conexión anómala total de venas pulmonares. Se observó disminución del puntaje Z de peso en el período postquirúrgico inmediato, con mejoría posterior al inicio de alimentación mixta, con ingesta promedio de 117 kcal/kg/día. El 100% de los pacientes recibió alimentación enteral al día 7 de evaluación. Los aportes en la nutrición parenteral fueron: carbohidratos 10.1 g/kg/día (9-12 g/kg/día), lípidos 2.5 g/kg/día (2-3.5 g/kg/día) y proteínas 2.6 g/kg/día (2-3 g/kg/día). Los principales factores de estrés que modificaron el gasto energético fueron desnutrición (62.5%), sedación (100% al tercer día y 25% al séptimo día) y complicaciones postquirúrgicas (12.5%). Solo un paciente clasificado con adecuado estado nutricional a su ingreso presentó deterioro a desnutrición. El análisis de correlación y regresión presentó asociación débil (0.280) entre el gasto energético ajustado y el estado nutricional por el aporte calórico total.

**Palabras clave:** Neonatología, Estado nutricional, Gasto energético, Cirugía Cardíaca.

## **ANTECEDENTES**

La alimentación adecuada es esencial en el manejo del niño en estado crítico. En la actualidad, es ampliamente aceptado el hecho de que un porcentaje importante de los pacientes que ingresan a las Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) desarrollan algún grado de desnutrición como consecuencia de sus enfermedades y requerimientos energéticos elevados. El período postquirúrgico de las intervenciones cardiovasculares es complejo y multifacético<sup>1</sup>.

La nutrición juega un papel fundamental dentro de los cuidados del paciente, el cual es complicado debido a las dificultades para proporcionar el aporte adecuado por vía enteral, y que generalmente cursan con alteraciones que limitan la administración de nutrientes por vía parenteral<sup>2</sup>. Por lo tanto, la evaluación, planeación y administración de una alimentación adecuada de los recién nacidos en estado crítico es imprescindible como parte del manejo del tratamiento de los niños ingresados en unidades de cuidados intensivos<sup>3</sup>, donde se ha documentado la falla nutricional asociada a pacientes neonatales sometidos a cirugía cardíaca<sup>4</sup>.

Se han realizado estudios en adultos y niños críticamente enfermos que demuestran que estos pacientes tienen mayores requerimientos nutricionales asociados a un estado de hipermetabolismo<sup>5</sup>, así como disminución considerable en la capacidad para la utilización de sustratos administrados por vía parenteral debido a distintos grados de resistencia a la insulina, niveles elevados de hormonas contrarreguladoras y un estado catabólico considerable que se traduce en elevación del gasto energético, lo que resalta la importancia que implica el conocimiento del metabolismo energético para diseñar estrategias nutricionales apropiadas<sup>6</sup>.

Posterior a una cirugía de requiere circulación extracorpórea, los neonatos experimentan una profunda respuesta metabólica al estrés<sup>7</sup>. La diferencia entre niños y adultos en esta respuesta es que los primeros tienen menor reserva metabólica, lo cual los hace extremadamente vulnerables al impacto negativo inducido por el estrés del procedimiento quirúrgico, menor cicatrización de herida y falla en el crecimiento, entre otras alteraciones. Estudios han demostrado que los pacientes con cardiopatías congénitas reciben menor aporte nutricional comparado con otros grupos de enfermedades<sup>8</sup>.

El aporte energético que se proporciona a los pacientes en estado crítico se debe planear con la intención de proveer los sustratos suficientes para las funciones metabólicas durante la fase aguda de la enfermedad y para preservar el crecimiento del niño en forma apropiada y, de esta manera, mejorar su supervivencia<sup>7, 8</sup>.

Aunque el crecimiento es crucial para los neonatos, los requerimientos para el crecimiento no son una prioridad en el periodo postquirúrgico inmediato, ya que la sobrealimentación está asociada con un incremento en la producción de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), incremento en la lipogénesis y concentraciones de glucosa, disfunción del sistema inmunológico, cambios estructurales patológicos como la esteatosis y disfunción hepática, deterioro funcional multiorgánico y dificultades para el retiro de la ventilación mecánica; sin embargo, el adecuado aporte nutricional ha demostrado beneficios notables, al ofrecer no solo aporte calórico, sino también de macronutrientes, con impacto en el periodo postquirúrgico<sup>9, 10</sup>.

Por otro lado, el aporte con requerimientos menores a los basales se asocia a inestabilidad hemodinámica, mayor estancia intrahospitalaria, deterioro de la función inmunológica, alteración en la cicatrización de heridas y otras asociadas al soporte mecánico ventilatorio, así como incremento en los costos de atención<sup>11</sup>.

En Estados Unidos se registra el nacimiento de aproximadamente 40,000 niños con malformaciones cardíacas congénitas, representando un grupo importante con incidencia aproximada de 1 de cada 100 recién nacidos vivos, dentro de los cuales aproximadamente un tercio requiere corrección quirúrgica en el primer año de vida, predominando en el período neonatal. Se reporta una gran prevalencia de recién nacidos a término o pretérmino limítrofe, la mayoría de ellos con peso adecuado para la edad gestacional<sup>9</sup>.

En los recién nacidos con cardiopatías congénitas, principalmente cianóticas o malformaciones univentriculares, es común la falla de medro y las alteraciones del estado de nutrición de etiología multifactorial, en los que el balance energético es un factor muy relevante (estado hipermetabólico e insuficiente ingesta calórica), asociado a otros como el tipo y severidad de la malformación cardíaca y la edad al momento de realizarse el procedimiento quirúrgico<sup>12</sup>.

En los recién nacidos que requieren cirugía cardíaca, el periodo postquirúrgico inmediato se caracteriza por estado hipermetabólico, con disminución del gasto energético en reposo y total, principalmente en las primeras 24 horas posteriores al procedimiento, regresando a los niveles previos aproximadamente a los 5 días. Las alteraciones nutricionales se han asociado a mayor morbimortalidad en el periodo postquirúrgico<sup>13</sup>.

En México se han realizado estudios en relación al estado nutricional de recién nacidos en Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales que han puesto en evidencia la necesidad de la adecuada estimación de los requerimientos energéticos de pacientes con padecimientos críticos por métodos indirectos como la fórmula de Schofield o de calorimetría indirecta, así como el seguimiento de lineamientos para evitar el deterioro del estado nutricional con el incremento secundario del riesgo de morbimortalidad, donde se observó adecuada respuesta con al recibir alimentación enteral con aporte energético estimado en 110 kcal/kg en niños a término y 120 kcal/kg en recién nacidos pretérmino, con incremento en el requerimiento de neonatos con nutrición parenteral total, probablemente asociado a un estado basal de enfermedad con mayor gravedad y factores de estrés adicionales, como el tipo de medicamentos utilizados, lo cual correlaciona con datos obtenidos de bibliografía internacional, donde se ha estimado que la medición del gasto energético total por calorimetría indirecta es apropiado en este grupo de pacientes<sup>2</sup>.

En España se han realizado estudios de la misma magnitud, donde se han observado resultados similares y se ha propuesto que la combinación de determinaciones de gasto energético real por calorimetría indirecta, considerado el patrón de referencia, junto con el empleo de monitores multisensor podría mejorar la estimación del requerimiento energético diario, principalmente en pacientes neonatales y pediátricos en estado crítico<sup>6</sup>.

Otro estudio realizado en EUA reportó que la alimentación exclusivamente por vía enteral resultó insuficiente, con media de 93 kcal/kg, teniendo como objetivo mínimo 100 kcal/kg, por lo que se han propuesto estrategias como nutrición parenteral complementaria para completar los requerimientos de gasto energético total estimado para el crecimiento, reparación de tejidos por el procedimiento quirúrgico y conservar adecuada función inmunológica<sup>13</sup>.

La nutrición enteral adecuada y suficiente puede ser difícil de lograr en recién nacidos sometidos a cirugía cardiovascular, la cual se ha observado como parte fundamental para el crecimiento, función inmunológica y curación de herida quirúrgica, entre otras<sup>9</sup>. Se han realizado estudios, uno de ellos en el Children's Hospital of Philadelphia, en el que se evaluó la ingesta calórica de 100 pacientes, estimada en 93 kcal/kg, en los cuales solo 19.7% era mayor a 120 kcal/kg<sup>13</sup>.

Durante la alimentación exclusiva por vía enteral se observó que los aportes eran subóptimos, con pérdida de peso de 20 g (rango -775 g a 1485 g), por lo que se han implementado estrategias como la nutrición parenteral temprana o por sonda nasogástrica o de gastrostomía, con lo que ha observado mejoría de los requerimientos observados al 7º día posterior al procedimiento quirúrgico, calculado del 68% de calorías y 40% de proteínas, con lo que ha disminuido el porcentaje de pacientes con algún grado de desnutrición al alta a 20-30% aproximadamente<sup>14</sup>.

El conocimiento del metabolismo energético es necesario para diseñar estrategias nutricionales adecuadas en niños críticamente enfermos debido a su menor reserva energética<sup>15</sup>. Se ha estimado una incidencia de algún grado de malnutrición proteico-calórica del 16-72% en niños ingresados en unidades de cuidados intensivos. Algunos estudios han demostrado que, principalmente en los primeros días de estancia el soporte nutricional no cubre los requerimientos<sup>16</sup>. La malnutrición se relaciona con mayor morbilidad y mortalidad. Sin embargo, durante la estancia intrahospitalaria se tiende a exceder el aporte de nutrientes, práctica antiguamente recomendada que se ha observado asociada a consecuencias deletéreas al crear un compromiso respiratorio y alterar la funcionalidad hepática<sup>17</sup>.

Los requerimientos energéticos diarios engloban el gasto energético en reposo (GER), la actividad física, el efecto termogénico de los alimentos y el crecimiento. El GER representa el consumo del metabolismo basal (tasa metabólica basal, MB) más el consumo de energía que supone el mantener una actividad en vigilia en situación de reposo muscular<sup>18</sup>. Algunos autores consideran equivalentes el GER y la tasa metabólica basal, aunque el primero es más elevado en un 8-10%, debido a que para la medición del MB se exige ayuno de 12 horas y reposo completo previo de 8 horas, mientras que para el GER los períodos de ayuno y reposo son más reducidos<sup>19</sup>.

Aunque desde hace años existen ecuaciones diseñadas para predecir las necesidades energéticas a partir de las características antropométricas, validadas en diversos estudios y publicadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1985, muchos estados fisiológicos y patológicos pueden causar discrepancias entre los valores estimados y los reales<sup>20</sup>.

Las variaciones en el GER están en relación con el peso, masa corporal magra, sexo, edad, factores genéticos, grupo étnico y factores medioambientales tales como la temperatura. También influye la actividad simpática y la situación clínica y nutricional<sup>18</sup>. La actividad física es el componente más variable del gasto energético total (GET). El efecto termogénico de la alimentación, que es la energía requerida para la ingestión y digestión de los alimentos, depende de su composición, la vía de administración y la situación basal del individuo<sup>20</sup>.

En el niño sano, la influencia del crecimiento sobre el metabolismo basal viene condicionada porque la masa del tejido muscular aumenta proporcionalmente más que la del tejido orgánico<sup>18</sup>. Como los órganos son metabólicamente más activos que el músculo, el metabolismo basal expresado en kilogramos de peso disminuye a lo largo de los años. El crecimiento supone un 35% de los requerimientos energéticos diarios durante los primeros tres meses de vida, que disminuye progresivamente, 6% a los meses, 5% a los 12 meses, 3% en el segundo año de vida y, posteriormente, permanece en torno al 1 a 2% hasta la adolescencia<sup>19, 20</sup>.

En el niño que padece alguna enfermedad, estimar el GER es más difícil dada la variabilidad de las respuesta clínicas y metabólicas a los distintos niveles de gravedad y la evolución. La falla cardíaca incrementa el GER pero, simultáneamente, desciende la actividad física, con lo que los requerimientos energéticos diarios pueden estar descendidos<sup>12</sup>. La fiebre incrementa el GET. La desnutrición causa importantes diferencias en el gasto energético. Condiciona un gasto energético menor por disminución del GER y un menor efecto termogénico de la dieta. No obstante, por kilogramo de peso se ha encontrado un GET mayor en pacientes desnutridos, aún siendo el global menor, tanto en adultos como en niños. La tasa metabólica basal se incrementa en los estadios tempranos de la rehabilitación nutricional<sup>21</sup>.

En el paciente en estado crítico se establece una respuesta común a cualquier estrés o agresión, ya sea por enfermedad o traumatismo, que solo difiere por su gravedad y duración<sup>22</sup>. Es un complejo proceso metabólico generalizado que aparece originado por la interacción entre mediadores tisulares y del endotelio vascular, células inflamatorias y el sistema neuroendocrino. Persigue la movilización de sustratos y energía para hacer frente a la inflamación y reparación tisular a expensas de la masa magra corporal. Se caracteriza por una respuesta hiperdinámica con incremento de la temperatura corporal, producción de CO<sub>2</sub>, del consumo de oxígeno y glucosa, glucogenólisis, proteólisis, lipólisis y ciclado fútil de sustratos que puede mantenerse semanas e incluso meses; sin embargo, la cronología de la elevación del gasto energético se ha visto altamente variable en el paciente crítico ya que, aunque siempre existe hipercatabolismo como reacción a la agresión, no están prevalente como se creía<sup>23</sup>.

En la práctica clínica, el cálculo de los requerimientos energéticos se realiza a partir de fórmulas teóricas estandarizadas<sup>23</sup>; sin embargo, existen estudios que han referido que estas estimaciones no correlacionan adecuadamente con el gasto de energía determinado por calorimetría indirecta sugiriendo que, particularmente en los pacientes pediátricos en estado crítico, los requerimientos de energía son fuertemente influenciados por otros factores como la edad gestacional, el estrés inducido por procedimientos quirúrgicos, el tipo de alimentación y la enfermedad de base<sup>24</sup>.

Otros factores que dificultan el aporte nutricional adecuado son múltiples como inestabilidad hemodinámica, hipotensión<sup>25</sup>, hiperglucemia<sup>26</sup>, limitación de los aportes de líquidos parenterales, requerimiento de asistencia mecánica ventilatoria, alteraciones neurológicas<sup>27</sup>, uso de inotrópicos, entre otras, además de las complicaciones asociadas en el periodo postquirúrgico y al uso de circulación extracorpórea, entre las que se incluyen falla renal aguda y quilotorax<sup>28</sup>.

La respuesta hipermetabólica individual no es tan predecible en el paciente en estado crítico, ya que el grado de hipermetabolismo o hipometabolismo se determina relacionando el gasto energético predicho con el gasto energético medido, definido como índice metabólico (normal 90-110%). Otros autores utilizan la relación entre el gasto energético preoperatorio y el gasto energético postoperatorio.<sup>14</sup>

El GER no sirve como marcador biológico de gravedad, aunque algunos estudios han encontrado alguna correlación entre la gravedad de la enfermedad y la elevación del GER, el cual se modifica diariamente y está influenciado por múltiples factores: sedación (lo disminuye, aunque no está claro el efecto de la relajación muscular), temperatura (la fiebre lo incrementa y la hipotermia lo disminuye), ventilación mecánica (lo disminuye de forma no significativa), medicamentos inotrópicos (lo incrementa en relación al aumento de la frecuencia cardíaca), administración de nutrición por vía enteral (lo incrementa) y cuidados generales (efecto variable, ya que lo incrementan transitoriamente, pero si son adecuados, el efecto global es disminución)<sup>13</sup>. En los adultos desnutridos la elevación del GER con la agresión parece limitada, no así en los niños<sup>29</sup>.

La respuesta metabólica al trauma está regulada por la secreción de citocinas y otros mediadores inflamatorios, así como por la depleción de las escasas reservas de glucosa que van seguidas de la movilización de aminoácidos desde el músculo esquelético para ser utilizadas como energía para sostén de la función de órganos vitales y reparación de los tejidos<sup>30</sup>. Este es un proceso crucial en el periodo neonatal y es un 25% mayor comparado con niños mayores<sup>31</sup>. Los mecanismos involucrados en la respuesta metabólica afectan la síntesis de proteínas transportadoras y aumenta la síntesis de reactantes de fase aguda como la proteína C reactiva, ceruloplasma, fibrinógeno y haptoglobina<sup>32, 33</sup>.

En el periodo postquirúrgico inmediato, los neonatos experimentan un incremento transitorio en el gasto metabólico basal que regresa a valores basales luego de 12-24 horas<sup>34</sup> y es mayor cuando la cirugía ocurre luego de las primeras 48 horas de vida, que es lo más frecuente<sup>35</sup>. La respuesta metabólica e inflamatoria es muy exagerada en los neonatos sometidos a cirugía cardiovascular<sup>36</sup> y se manifiesta frecuentemente con edema generalizado, capilaritis y falla multiorgánica<sup>37</sup>.

Si todo este proceso ocurre sin un soporte nutricional adecuado, la malnutrición lleva a la pérdida de masa magra y al deterioro de la función de órganos vitales, compromiso respiratorio y riesgo de arritmias<sup>36</sup>. El dolor es otro de los factores cruciales en la respuesta inflamatoria, lo que a su vez empeora el estado nutricional<sup>37</sup>.

## **METODOS DE ESTUDIO DEL GASTO ENERGÉTICO**

Las mediciones directas del GET han estado disponibles principalmente en el área de investigación<sup>6</sup>. El método más usado está basado en el agua doblemente marcada, considerado el estándar de oro<sup>38</sup>. También se han empleado estudios de equilibrio energético<sup>39</sup>. Otra forma de medir el GET es mediante monitores que incorporan medidas de intercambio de calor y sensores de movimiento<sup>40</sup>. Se acepta como índice de GET la medición de la frecuencia cardíaca minuto a minuto. Las mediciones realizadas habitualmente en la práctica clínica son mediciones del GER, generalmente por calorimetría indirecta<sup>41, 42</sup>. El GER supone aproximadamente el 70% de los requerimientos energéticos y, en sujetos sanos puede oscilar entre el 45 y 70% según la edad y el estilo de vida. Para pacientes críticamente enfermos el GER con frecuencia se sitúa entre el 75 y 100% del GET<sup>43</sup>.

La primera aproximación a la cuantificación del consumo energético la realizaron Holliday y Segar, estableciendo unos aportes para la rehidratación intravenosa en función del peso, asumiendo que el gasto energético se equipara a la necesidad de agua (100 kcal/kg/día = 100 ml/kg/día)<sup>44</sup>. Utilizando esta equivalencia fisiológica, Darrow creó el concepto de caloría metabolizada, equivalente al actual GER<sup>45</sup>.

Se han publicado más de 200 ecuaciones para predecir el GER en individuos adultos sanos y de peso normal, como la de Harris y Benedict en 1919<sup>46</sup>, las cuales tienden a sobreestimar el GER, no es adecuada para estimar el gasto energético en individuos desnutridos y no está adaptada a la población pediátrica<sup>47</sup>, aunque se puede utilizar a partir de los 10 años de edad. Caldwell y Kennedy validaron el uso de una ecuación diseñada por Harris y Benedict para su utilización en menores de 3 años en 1981<sup>48</sup>. Fleisch desarrolló fórmulas para el cálculo del gasto energético en función del sexo y la superficie corporal<sup>49</sup>. Talbot y Lewis diseñaron tablas de gasto energético en niños<sup>50</sup>.

En 1985, Schofield evaluó los datos de 114 estudios sobre gasto energético y publicó otras ecuaciones para niños y adultos<sup>51</sup>. También en la edad pediátrica se han encontrado sobreestimaciones del gasto energético con las fórmulas predictivas<sup>52</sup>. En general, la fórmula de Schofield se ha encontrado como la más eficaz<sup>53</sup>.

Las fórmulas predictivas, como la de Schofield y las anteriormente citadas, se utilizan habitualmente para el tratamiento clínico de niño enfermos, cuando en realidad fueron diseñadas para estimar las necesidades de niños sanos en su vida cotidiana y con un nivel normal de actividad física<sup>54</sup>, por lo que no siempre son adecuadas para el cálculo de los requerimientos energéticos en situación de enfermedad<sup>55</sup>. En general, se ha encontrado que las fórmulas sobreestiman el gasto energético, aunque también se han encontrado infraestimaciones<sup>56</sup>.

Las dificultades para medir el peso corporal en el paciente críticamente enfermo introducen más incertidumbre aún en las estimaciones basadas en características antropométricas<sup>57</sup>. Para intentar aproximarse a las demandas energéticas en estas situaciones se publican coeficientes de estrés<sup>58</sup>, aunque se han encontrado sobreestimaciones con su uso<sup>59</sup>. En niños se han empleado las fórmulas predictivas de Harris y Benedict y Schofield con distintos coeficientes de estrés (1.3 y 1.5, respectivamente), igualmente con sobreestimaciones del gasto energético<sup>60</sup>.

**Fórmula predictiva para el cálculo del gasto energético en reposo de Schofield (kcal/24 h)<sup>61</sup>**

Hombres		Mujeres	
Edad	Fórmula	Edad	Fórmula
0-3 años	$(0.167 \times P) + (1517.4 \times A) - 617.6$	0-3 años	$(16.25 \times P) + (1023.2 \times A) - 413.5$
3-10 años	$(19.6 \times P) + (130.3 \times A) + 414.9$	3-10 años	$(16.97 \times P) + (161.8 \times A) + 371.2$
11-18 años	$(16.25 \times P) + (137.2 \times A) + 515.5$	11-18 años	$(8.365 \times P) + (465 \times A) + 200$

P: peso en kg; A: altura en m

El aporte energético aportado debe cumplir las necesidades del paciente (aporte energético basal, actividad física, crecimiento y corrección de estados de desnutrición, siendo mayores los requerimientos de niños alimentados por vía enteral. Una de las formas para el cálculo energético total se basa en estimación por fórmulas. La tasa metabólica basal, es decir, la cantidad de energía necesaria para el mantenimiento de funciones vitales del organismo (sin incluir actividad física o digestión), se mide en decúbito, con ambiente térmico neutro, justo al momento de despertar y posterior a 12-18 horas de ayuno, aunque en la práctica clínica es más habitual la estimación del gasto energético en reposo, que no difiere de la tasa metabólica basal en más de 10%<sup>60</sup>.

Existen múltiples factores que afectan el gasto energético en reposo. El sueño o sedación es equivalente al GER multiplicado por 0.9. La termogénesis inducida por la alimentación, la cual refleja la energía necesaria para la digestión del alimento, absorción y procesos de síntesis, equivale al 10% del aporte energético, por lo que disminuye en pacientes alimentados por vía parenteral continua o cíclica. La actividad física representa la energía necesaria para los movimientos diarios y otros tipos de actividad, por lo que en pacientes dormidos no representa cambios, mientras que en aquellos despiertos, en reposo en posición de decúbito o sedestación se considera el GER x 1.2 para su ajuste<sup>60</sup>.

Los primeros dos años de vida involucran maduración de múltiples órganos y una gran velocidad de crecimiento que representa 30-35% de los requerimientos energéticos en recién nacidos a término e, incluso, mayor para prematuros donde el costo energético para el depósito de 1 g de tejido se ha calculado en 4.9 kcal/g. En los casos de niños que se recuperan de estado de desnutrición, se recomienda realizar el cálculo de necesidades energéticas basándose en el percentil 50 para su peso y longitud actual o proveer calorías adicionales multiplicando el GER por 1.2-1.5 veces, e incluso, hasta por 2 en casos graves<sup>60</sup>.

Fórmulas para el cálculo del gasto energético en reposo, como la de Schofield en 1985, que toma en cuenta peso (principal predictor del gasto energético) y la longitud, se ha visto como la más adecuada, principalmente en casos con alteración del estado nutricional, adecuándose a las recomendaciones energéticas sugeridas por ESPGHAN para recién nacidos pretérmino de 110-120 kcal/kg/día y en neonatos a término 90-100 kcal/kg/día. Se hace consideración especial en los recién nacidos prematuros que reciben nutrición parenteral total, los cuales requieren 90-100 kcal/kg/día al no haber gasto energético por procesos digestivos<sup>60</sup>.

El estado hipermetabólico posterior a procedimientos quirúrgicos regresa a condiciones basales en 48 horas, según algunos estudios, por lo que no requiere ajuste en el aporte calórico y, en caso de pacientes con estado de salud grave, los procesos catabólicos inhiben el crecimiento y reducen los requerimientos energéticos, mientras que incrementa el gasto por el propio catabolismo, por lo que se puede considerar ajustar según el 100-120% del GER<sup>60</sup>.

La calorimetría directa está considerada el patrón de oro para la determinación del GET en el laboratorio. Proporciona una determinación del gasto energético mediante la medición de la producción de calor en un ambiente cerrado. Permite computar las pérdidas de calor por radiación, convección y evaporación. Estudios realizados con fuentes de calor secas y húmedas mostraron una precisión del 1 o 2% con este método, del 3% en un estudio clínico respecto a la calorimetría indirecta<sup>6</sup>. Aunque es un método excelente para medir el gasto energético, es una técnica extremadamente cara y requiere personal especializado<sup>61</sup>.

La calorimetría indirecta es la utilizada habitualmente en la práctica clínica para mediciones del GER. La calorimetría indirecta permite la medición del gasto energético de forma repetida sin ser invasiva y se considera el método de elección para los niños críticamente enfermos<sup>6</sup>.

### **ESTUDIOS DE BALANCE ENERGÉTICO**

Consisten en la cuantificación de la ingesta energética diaria junto con mediciones de pérdida o ganancia de peso. Se han usado como método de referencia para comparar otras técnicas de medición del gasto energético total<sup>40</sup>. Requieren una exhaustiva recopilación de todos los aportes energéticos y un período de estudio suficiente para detectar cambios en los depósitos corporales<sup>41</sup>.

### **EVALUACIÓN ANTROPOMÉTRICA**

Las mediciones antropométricas permiten evaluar las relaciones entre el crecimiento fetal, el estado nutricional, la morbilidad y la mortalidad perinatal. Estos criterios son útiles para determinar el pronóstico de la evaluación postnatal. La antropometría tiene una relación directa con la calidad del crecimiento fetal al nacimiento. Las evaluaciones seriadas posteriores evalúan el crecimiento postnatal y el tratamiento nutricional<sup>61</sup>.

Como en el recién nacido se espera un crecimiento continuo, es fácil determinar si tiene cubiertas sus necesidades nutricionales por su curva de peso, por lo que resulta de utilidad la medición diaria de peso y la longitud y perímetro cefálico de forma semanal<sup>62</sup>. En el caso de los recién nacidos pretérmino se evalúa la edad gestacional corregida, es decir, la edad que tendría el bebé si hubiera nacido a las 40 semanas de gestación para normalizar las valoraciones del crecimiento y desarrollo<sup>63</sup>.

## RELACIÓN DE LAS MEDIDAS DE PERCENTILES

Las medidas de percentiles obtenidas se comparan en tablas de percentiles con relación a la edad gestacional para clasificarla nutricionalmente.

Peso. El peso al nacimiento varía con la edad gestacional y el estado nutricional<sup>61</sup>. Se considera el estándar de oro para la evaluación del crecimiento perinatal; permite diagnosticar alguna afección perinatal aguda o crónica. En la primera semana de vida, los recién nacidos pierden de 5 a 20% del peso que tenían al nacer, recuperando su peso al nacimiento aproximadamente a los 14-21 días de vida. Una vez recuperado el peso inicial, es útil comprobar la tendencia en forma de gramos por kilogramo por día. Antes del nacimiento el feto aumenta de peso a un ritmo de 10-20 g/kg/día, y el objetivo buscado tras el nacimiento es 15-20 g/kg/día. Una vez que el niño alcance 2500 g se espera un aumento de peso a un ritmo de 20-30 g diarios<sup>62, 63</sup>.

El peso es la medida más útil y no existe diferencia entre el depósito de tejido, grasa y acumulación de agua. La presencia de incremento menor al esperado o detención de crecimiento exige investigar una gran variedad de causas, como la valoración del aporte alimentario diario en cuanto a calidad y cantidad, evaluación del ambiente térmico, descartar procesos infecciosos o sobrecarga renal de solutos, investigar enfermedades crónicas (displasia broncopulmonar, ictericia colestásica, síndrome de intestino corto), padecimientos metabólicos y cardiopatías congénitas. Del mismo modo, el incremento mayor a 50 g/kg/día en el primer trimestre postérmino puede provocar hipoproteinemia y falla cardíaca incipiente o de instalación progresiva<sup>62, 63</sup>.

Longitud. Este parámetro refleja el potencial genético del crecimiento y la desnutrición in útero lo influye en menor medida<sup>61</sup>. No se altera por el estado de hidratación<sup>62</sup>. Se debe medir al nacer y después de forma semanal, ya que se espera un crecimiento de 1 cm por semana, según las curvas de crecimiento intrauterino. Se preserva con relación al peso en la desnutrición aguda<sup>63</sup>.

## **JUSTIFICACIÓN**

La nutrición óptima es un objetivo central en el tratamiento integral del paciente neonatal. Los avances en el conocimiento y tecnología en el ámbito médico y quirúrgico han permitido que las posibilidades de supervivencia de una gran variedad de patologías del paciente neonatal se hayan incrementado notablemente, a pesar de que las complicaciones inherentes al tratamiento pueden progresar a deterioro clínico y asociarse a complicaciones, además de requerir medidas enérgicas para el soporte nutricional del recién nacido sometido a este tipo de procedimientos.

La evaluación del estado nutricional y el soporte que recibe el recién nacido en el periodo postquirúrgico de intervenciones quirúrgicas cardiovasculares constituye una medida para sobrellevar la importante respuesta metabólica asociada y, por lo tanto, forma parte integral del tratamiento, así como limitante para las complicaciones que pueden asociarse y tiene gran importancia en el manejo de todas las Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) donde se realice este tipo de procedimientos quirúrgicos.

Debido a que en la UCIN del Hospital General del Centro Médico Nacional La Raza no se cuenta con un estudio previo que lleve a cabo análisis del estado nutricional de los pacientes sometidos a cirugía cardíaca, con los resultados obtenidos a través del presente estudio de investigación, prospectivo, realizado en un solo centro, se podrán analizar las prácticas de alimentación enteral y parenteral a los recién nacidos en estado postquirúrgico de procedimientos cardiovasculares y, posteriormente, aplicar guías de forma estandarizada para adecuado manejo de acuerdo a los datos referentes al tratamiento nutricional recientemente publicados en la literatura.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Hasta la fecha en la UCIN del Hospital General del Centro Médico Nacional La Raza no se ha realizado un estudio relacionado al tratamiento nutricional en el periodo postquirúrgico del paciente neonatal, por lo que con el presente estudio de investigación se pretenden obtener dichos datos de los pacientes de esta unidad médica de alta especialidad al responder a las siguientes preguntas de investigación:

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN PRINCIPAL**

1. ¿Cuál es la correlación entre el gasto y el aporte energético de los recién nacidos sometidos a cirugía cardíaca en relación al estado nutricional de la UCIN del Hospital General del CMN La Raza?

## **PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN SECUNDARIAS**

2. ¿Cuáles son las características demográficas y datos antropométricos de los pacientes que ingresan a la UCIN del Hospital General del Centro Médico Nacional La Raza para la realización de procedimientos quirúrgicos cardiovasculares?

3. ¿Cómo se clasifica el estado nutricional de los pacientes que ingresan a la UCIN del HG CMN La Raza para la realización de procedimientos quirúrgicos cardiovasculares?

4. ¿Cuáles son las medidas nutricionales empleadas en el estado postquirúrgico inmediato de los pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos cardiovasculares y su correlación con el gasto energético basal y aporte total de energía en la UCIN de HG CMN La Raza?

5. ¿Cuál es el impacto del inicio de alimentación enteral temprana en los recién nacidos sometidos a cirugía cardíaca?

6. ¿Cuáles son las condiciones clínicas de los pacientes al ingreso, a las 72 horas, 7 días y de forma semanal posterior al procedimiento quirúrgico que actúen como factor de estrés en el gasto energético basal?

7. ¿Cómo se clasifica el estado nutricional de estos pacientes al mes de realizado el procedimiento quirúrgico?

## **HIPÓTESIS**

La mayor parte de los pacientes neonatales recibirán aporte energético adecuado de acuerdo al gasto energético calculado para conservar su estado nutricional, comparado con el evaluado previo al procedimiento quirúrgico.

## **OBJETIVO GENERAL**

1. Describir los aspectos clínicos y nutricionales de los pacientes que ingresan a la UCIN para ser sometidos a procedimientos quirúrgicos cardiovasculares, así como las prácticas nutricionales en el periodo postquirúrgico para evaluar la correlación entre el gasto y el aporte energético sobre el estado nutricional.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Analizar el aporte nutricional de acuerdo al gasto energético basal calculado por la fórmula de Schofield al ingreso, previo a la cirugía, al tercer y séptimo día posteriores al procedimiento quirúrgico, así como de forma semanal hasta el mes de realizada la intervención, para evaluar en relación a satisfacer las demandas del gasto energético basal y los factores de estrés asociados.
2. Identificar factores asociados al manejo nutricional que puedan actuar como factor de estrés para incrementar el gasto energético basal, como condición clínica del paciente y complicaciones asociadas a patología de base o procedimiento realizado.
3. Establecer guías de soporte nutricional asociadas a procedimientos quirúrgicos cardiovasculares de acuerdo a los datos más recientes descritos en la literatura en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital General del Centro Médico Nacional La Raza, para homogeneizar pautas, comparación de resultados y evaluación del impacto en los pacientes neonatales.

### **CRITERIOS DE SELECCIÓN**

- Recién nacidos con edad gestacional corregida menor a 44 semanas.
- Sexo masculino y femenino
- Pacientes ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales sometidos a procedimientos quirúrgicos cardiovasculares.

### **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

- Pacientes que cumplan 44 semanas de edad gestacional corregida durante el periodo de investigación.
- Pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos distintos a cirugía cardíaca.

### **CRITERIOS DE ELIMINACIÓN**

- Pacientes con expediente clínico incompleto que no permita obtener información y no se pueda recabar a través de entrevista al equipo médico tratante.
- Pacientes en quienes se indique ayuno, sin nutrición parenteral ni estímulo enteral trófico o algún otro tipo de aporte nutricional por más de 7 días.
- Fallecimiento durante el periodo de estudio.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

**Lugar de realización del estudio:** Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital General del Centro Médico Nacional La Raza.

**Diseño del estudio:** Observacional, prospectivo, transversal, descriptivo.

**Población de estudio:** Recién nacidos menores a 44 semanas de edad gestacional corregida ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales en el periodo del 1º de marzo de 2019 al 30 de junio de 2019.

## **METODOLOGÍA**

Realización de mediciones antropométricas por personal de acuerdo al método de Habitch para la estandarización de los procesos técnicos de medición para mejorar la sensibilidad y uniformidad para mayor precisión y exactitud entre observadores.

**Peso.** Previa calibración del equipo, el peso se midió con una báscula electrónica de 20 kg de capacidad, con charola pesabebés con precisión de 5 g (SECA modelo 334, Alemania).

Técnica: Colocar al niño desnudo y sin pañal sobre la báscula, cuidando que todo su cuerpo permanezca dentro de la charola y distribuir de manera uniforme sobre el centro de la misma.

**Longitud.** Se midió con infantómetro portátil marca Seca modelo 210 con rango de división de 5 mm (SECA modelo 210, Alemania).

Técnica: Realizar por dos observadores y el infantómetro previamente descrito. Colocar al neonato en posición supina, con el cuerpo alineado en posición recta sobre el eje longitudinal del infantómetro, de manera tal que los hombros y la cadera tengan contacto con el plano horizontal y que los brazos se encuentren a los lados del tronco. La parte superior de la cabeza hará contacto con la base fija del infantómetro y se colocará en el plano de Frankfurt, es decir, alineado perpendicularmente al plano horizontal. La cabeza y la base del infantómetro serán sostenidas por uno de los observadores, mientras el otro observador extenderá las piernas del paciente, vigilando que las rodillas no se encuentren flexionadas y con otra mano recorrerá la base móvil del infantómetro, de manera que se ejerza una leve presión comprimiendo ligeramente la piel sobre el talón del neonato libre de cualquier objeto para formar un ángulo de 90 grados. La medición se aproximará al 0.1 cm más cercano.

**Determinación de estado nutricional:** Para evaluar el estado nutricional al nacimiento se utilizó el peso para la edad gestacional obtenido por datos de documentos de referencia y se clasificó como desnutridos a los niños que se encuentren por debajo del percentil 10 y/o dos desviaciones estándar de peso para la edad.

**Determinación de gasto energético basal por fórmula de Schofield y cuantificación del aporte total de energía:** Para calcular la energía indicada a cada paciente, se utilizó la ecuación de Schofield que considera peso y longitud, se agregaron factores de corrección por estrés el gasto energético. Se tomó como referencia la recomendación de la Sociedad Europea para Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica (ESPGHAN, European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition) de 90-100 kcal/kg/día para los recién nacidos a término y 110-120 kcal/kg/día para los pretérmino, considerando ajustes por condiciones especiales. El aporte total de energía que recibió cada niño se estimó mediante la suma de la energía (kcal) administrada por vía enteral y parenteral a partir de los datos registrados en el expediente clínico. El balance energético se calculó restando el gasto energético total al aporte total de energía, considerándose en balance cuando el resultado sea  $0 \pm 10$  kcal/kg.

La evaluación de la cuantificación del aporte total de energía y balance energético, así como el registro en base de datos, se realizó en distintos períodos de tiempo preestablecidos:

- Ingreso
- Un día previo al procedimiento quirúrgico.
- Tercer día después del procedimiento quirúrgico (periodo postquirúrgico inmediato).
- Séptimo día después del procedimiento quirúrgico (periodo postquirúrgico mediato).
- 14 días después del procedimiento quirúrgico.
- 21 días después del procedimiento quirúrgico.
- Un mes después del procedimiento quirúrgico.

En caso de hacerse efectivo el egreso antes del mes de realizada la intervención quirúrgica, la última evaluación se realizó el día del alta, independientemente del número de días que hayan transcurrido posterior al procedimiento quirúrgico y se evaluó de acuerdo al periodo anterior más próximo de los establecidos anteriormente.

La evaluación del estado nutricional de acuerdo a los patrones de crecimiento infantil establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en caso de recién nacidos a término, así como con el empleo de la gráficas de crecimiento de Fenton para recién nacidos pretérmino, del mismo modo que la comparación de estas variables se realizó en los siguientes periodos de tiempo:

- Ingreso
- Un día previo al procedimiento quirúrgico
- Un mes después del procedimiento quirúrgico, o al egreso, en caso de hacerse efectivo antes de los 30 días de postquirúrgico.

Con la evaluación en los periodos de tiempo establecidos previamente, se llevó a cabo análisis y comparación del estado nutricional de acuerdo a los percentiles establecidos en los patrones de crecimiento infantil de la OMS y gráficas de Fenton, dependiendo de la edad gestacional, registrado al ingreso y al mes de realizado el procedimiento quirúrgico, así como posibles factores y medidas empleadas que hayan contribuido al mantenimiento, mejoría o deterioro del estado nutricional en comparación al registrado a su ingreso y un día previo a la realización de procedimiento quirúrgico.

### **CÁLCULO DE LA MUESTRA**

Se realizó muestreo no probabilístico de casos consecutivos.

## VARIABLES

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Variable de medición</b>
<b>Recién nacido</b>	Todo individuo nacido menor de 28 días de vida.	Menor de 28 días de vida.	Cuantitativa.	Días de vida.
<b>Sexo</b>	Diferenciación de cada individuo de acuerdo a características biológicas, como hombre o mujer.	Hombre o mujer, de acuerdo a lo anotado en el expediente.	Cualitativa.	0= Masculino 1= Femenino
<b>Edad gestacional</b>	Tiempo transcurrido desde el momento de la fecundación hasta el nacimiento.	Semanas de gestación.	Cuantitativa, continua.	Semanas y días de gestación.
<b>Edad gestacional corregida</b>	Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de un individuo hasta el momento del estudio.	Días de vida extrauterina acumulados a la edad gestacional al nacimiento.	Cuantitativa, continua.	Semanas y días de vida.
<b>Días de vida extrauterina</b>	Tiempo transcurrido a partir del nacimiento hasta el momento de estudio.	Días de vida después del nacimiento.	Cuantitativa, continua.	Días de vida.
<b>Peso para la edad gestacional</b>	Peso en kilogramos comparado con la edad gestacional en curvas de crecimiento específicas para sexo, evaluado según percentiles en el momento del nacimiento.	Peso en kilogramos esperado para la edad gestacional.	Cualitativa.	0= Peso bajo para edad gestacional. 1= Peso adecuado para edad gestacional. 2= Peso alto para edad gestacional.
<b>Somatometría</b>	Conjunto de técnicas para obtener medidas precisas de las dimensiones corporales de una persona.	Medición de las dimensiones físicas del cuerpo humano.	Cualitativa.	0= No 1= Sí
<b>Peso</b>	Unidad de medida que hace referencia a la masa corporal de un ser humano.	Medida de la masa corporal en gramos.	Cuantitativa, continua.	Gramos de peso.
<b>Longitud</b>	Medida en centímetros del eje mayor del cuerpo, el cual en los niños menores de dos años se debe realizar utilizando el infantómetro.	Medida del eje mayor del cuerpo expresada en centímetros.	Cuantitativa, continua.	Centímetros.

<b>Estado nutricional</b>	Evaluación de las características de un individuo en relación a la ingesta de alimentos para cubrir las necesidades dietéticas del organismo, clasificado en grupos según rangos percentilares apropiados para edad gestacional corregida y sexo.	Manifestación del crecimiento y desarrollo por el aporte y aprovechamiento adecuado de nutrientes.	Cualitativa.	0= Peso bajo para edad gestacional. 1= Peso adecuado para edad gestacional. 2= Peso alto para edad gestacional.
<b>Crecimiento</b>	Proceso por el cual se incrementa la masa de un ser vivo, se produce por aumento en el número de células (hiperplasia), volumen (hipertrofia) y sustancia intercelular.	Incremento de la masa de un ser vivo.	Cualitativa.	0= Inadecuado 1= Adecuado
<b>Kilocaloría</b>	Unidad de energía usada en Nutrición. Representa la cantidad de calor requerida para llevar a cabo procesos necesarios para la vida, equivalente a la necesaria para elevar 1 grado centígrado la temperatura de 1 gramo de agua.	Medida de energía térmica que equivale a 1000 calorías, la cual representa el aporte energético obtenido por la alimentación.	Cuantitativa, continua.	Calorías (kcal).
<b>Gasto energético en reposo</b>	Es la cantidad de energía necesaria para el mantenimiento de procesos vitales del cuerpo, sin incluir actividad o digestión. Se mide en posición prona, ambiente térmico neutro y cuando el individuo acaba de despertar. Se incrementa por factores como inflamación, fiebre, enfermedades crónicas, etcétera.	Cantidad mínima de energía necesaria para mantener los procesos vitales medido en kcal por métodos de calorimetría directa o indirecta, como la fórmula de Schofield.	Cuantitativa, continua.	Calorías (kcal).
<b>Factor de estrés</b>	Se considera como factor de estrés aquel que modifica el gasto energético en reposo al aumentarlo o disminuirlo.	Condición que incrementa o disminuye el gasto energético basal.	Cualitativa, dicotómica.	0= No. 1= Sí.
<b>Aporte total de energía</b>	Es el total de kilocalorías que recibe un individuo a través de la alimentación por vía enteral, parenteral o mixta.	Total de calorías recibidas.	Cuantitativa, continua.	Calorías (kcal).
<b>Balance energético</b>	Es la diferencia entre el gasto energético basal y los factores de estrés asociados y el aporte	Diferencia entre gasto energético basal y aporte total de energía.	Cuantitativa, continua.	Calorías (kcal).

	total de energía, considerándose adecuado cuando es $\pm 10$ kcal.			
<b>Cardiopatía congénita</b>	Se refiere a cualquier padecimiento presente al nacimiento que afecte al corazón, el cual puede tener distintas manifestaciones clínicas y grados de disfunción y gravedad.	Enfermedad del corazón presente desde el nacimiento, curse o no manifestaciones clínicas.	Categórica, politómica.	Tipo de cardiopatía congénita.
<b>Procedimiento quirúrgico cardiovascular</b>	Se refiere a toda intervención quirúrgica diagnóstica o terapéutica (correctiva o paliativa) aplicada al corazón para la corrección de enfermedades propias de este órgano.	Cirugía realizada en el corazón para tratamiento correctivo o paliativo.	Categórica, politómica.	Tipo de procedimiento quirúrgico cardíaco.
<b>Vía de alimentación</b>	Se refiere a la forma en la que se administran alimentos para la absorción de nutrimentos, ya sea por vía enteral o parenteral.	Vía de administración de alimentación.	Categórica, politómica.	1= Enteral 2= Parenteral 3= Mixta
<b>Nutrición enteral</b>	Administración y absorción de nutrimentos por medio del tubo digestivo.	Administración de alimentos por vía digestiva.	Cualitativa.	1= Sí 2= No
<b>Nutrición parenteral</b>	Administración de nutrimentos por vía diferente al tubo digestivo, regularmente intravenosa.	Administración de nutrientes por vía intravenosa.	Cualitativa.	1= Sí 2= No
<b>Nutrición mixta</b>	Se refiere a la administración de nutrimentos por vía enteral y parenteral de forma simultánea.	Administración de nutrientes por vía digestiva e intravenosa de forma simultánea.	Cualitativa.	1= Sí 2= No
<b>Ayuno</b>	Se refiere a la ausencia de administración de nutrimentos por vía enteral.	Ausencia de administración de nutrientes.	Cualitativa.	1= Sí 2= No
<b>Macronutrientes</b>	Según la definición de la OMS, son los nutrientes que se consumen en cantidades relativamente grandes, como las proteínas, carbohidratos simples y complejos y grasas y ácidos grasos.	Nutrientes que se consumen en cantidades grandes y son significativos para el aporte total de energía.	Categórica, politómica	1= Carbohidratos 2= Proteínas 3= Lípidos
<b>Carbohidratos</b>	Sustancia orgánica en la cual el hidrógeno y oxígeno están en proporción a la forma agua, considerados derivados simples del azúcar y se clasifican en	Derivados simples de los azúcares.	Cuantitativa, continua.	Gramos por kilogramo de peso (g/kg).

	monosacáridos, disacáridos y polisacáridos. Cada gramo de carbohidratos proporciona aproximadamente 4 kcal.			
<b>Proteínas</b>	Grupo de sustancia nitrogenadas no cristalizables, formando parte de tejidos y fluidos. Son combinaciones de aminoácidos. Son hidrosolubles. Son indispensables para la dieta y cada gramo aporta aproximadamente 4 kcal.	Nutrientes nitrogenados que se forman por la combinación de aminoácidos.	Cuantitativa, continua.	Gramos por kilogramo de peso (g/kg).
<b>Lípidos</b>	Moléculas orgánicas hidrófobas, insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos, constituidas por carbono e hidrógeno y, en menor medida, oxígeno, así como ácidos grasos. Tienen diferentes formas como triglicéridos, fosfolípidos y glucolípidos. Cada gramo aporta aproximadamente 9 kcal.	Sustancia solubles hidrófobas formadas por ácidos grasos.	Cuantitativa, continua.	Gramos por kilogramo de peso (g/kg).
<b>Postquirúrgico inmediato</b>	Periodo de tiempo que incluye desde la terminación del procedimiento quirúrgico y anestésico hasta las primeras 72 horas.	Tiempo desde la terminación de la cirugía y anestesia hasta 72 horas.	Cualitativa.	0= No 1= Sí
<b>Postquirúrgico mediano</b>	Periodo de tiempo que incluye desde la terminación del postquirúrgico inmediato hasta los primeros 7 días.	Tiempo desde la terminación del postquirúrgico inmediato hasta los primeros 7 días.	Cualitativa.	0= No 1= Sí
<b>Complicaciones</b>	Problema médico que se presenta durante el curso de una enfermedad, procedimiento o tratamiento, que puede o no tener relación con ellos.	Problemas relacionados con la enfermedad.	Categórica, dicotómica.	0= Ausentes 1= Presentes
<b>Uso de fármacos vasopresores y aminérgicos utilizados durante el estado postquirúrgico</b>	Administración de sustancias que producen contracción del músculo liso vascular y estimulación de cronotropismo e inotropismo.	Uso de adrenalina, noradrenalina, dobutamina, dopamina, milrinona, levosimendán o cualquier fármaco con efectos aminérgicos por choque de cualquier etiología.	Categórica, dicotómica.	0= No 1= Sí

<b>Trastornos del ritmo cardíaco</b>	Las alteraciones del ritmo cardíaco son secundarias a anomalías o lesiones del sistema de conducción cardíaco por alteraciones en la formación o conducción del estímulo eléctrico. Se clasifican en bradiarritmias y taquiarritmias.	Cualquier trastorno del ritmo cardíaco, de acuerdo a lo registrado en el expediente clínico.	Categórica, nominal, politómica.	1= Asistolia 2= Fibrilación ventricular 3= Taquicardia ventricular sin pulso 4= Actividad eléctrica sin pulso 5= Bradiarritmias 6= Otros 7= No registrado
<b>Desnutrición</b>	Alteración del estado nutricional caracterizada por peso para la edad menor al percentil 10 de las tablas correspondientes.	Peso para la edad menor al percentil 10.	Categórica, dicotómica.	0= No 1= Sí
<b>Sedación</b>	Procedimiento que consiste en el uso de fármacos con efecto en sistema nervioso central para inducir estado de calma, relajación e hipnosis.	Uso de fármacos para inducir relajación e hipnosis.	Categórica, dicotómica.	0= No 1= Sí
<b>Mortalidad</b>	Concepto con raíz etimológica en el vocablo latino <i>defunctio</i> , que alude al fallecimiento, muerte o deceso de una persona. Se emplea en un ámbito técnico.	Ausencia de signos vitales, de acuerdo a lo descrito en el expediente clínico.	Categórica, dicotómica.	0= No 1= Sí

## **PLAN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se realizó una base de datos en el programa de paquetería Excel, la cual posteriormente se exportó para el análisis de las variables de estudio. Las variables continuas se presentaron como media y desviación estándar al contar con distribución normal, por lo que se analizaron como correlación de Pearson y regresión lineal. El análisis de los resultados y varianza se realizó a través del paquete estadístico SPSS 22.

## **ASPECTOS ÉTICOS**

Este estudio se llevó a cabo según el marco legal establecido en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, conforme a los aspectos éticos de la Investigación en seres humanos, Título II, Capítulo I, Artículo 17. Se consideró una investigación sin riesgo dado que se analizaron los registros de datos obtenidos de expedientes. En todo momento se mantuvo la confidencialidad y anonimato de los pacientes. Por el carácter del estudio no se necesitó consentimiento informado ni asentimiento por parte de los familiares de los pacientes.

A cada paciente se le asignó un número de identificación para su captura en la base de datos, la cual solo se encuentra a disposición de los investigadores y de las instancias legalmente autorizadas, en el caso así requerido. Los investigadores se comprometieron a mantener de manera confidencial la identidad y los datos de los pacientes participantes.

El estudio fue aprobado para su elaboración por el Comité Local de Investigación en Salud al cumplir con los requerimientos de ética con número de registro institucional F-2019-3502-056.

## **CARTA DE CONSENTIMIENTO.**

Debido a la naturaleza del estudio, en el cual no se realizaron acciones invasivas y se mantuvo la confidencialidad de los participantes, se consideró como un estudio sin riesgo por lo que no se requirió carta de consentimiento por parte de los padres de los sujetos de estudio.

## **RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES**

La factibilidad en la obtención de casos y datos se basó en la población de la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital General CMN La Raza, con uso del expediente clínico, en donde se obtuvieron los datos necesarios el análisis correspondiente de la información. No se requirió obtención de muestras biológicas.

Recursos humanos:

- Residente de Neonatología: realizó el protocolo de investigación y el análisis de los datos obtenidos bajo la asesoría del tutor metodológico. Recolectó la información de los expedientes clínicos y bases de datos, así como la búsqueda de literatura para la elaboración del marco teórico.
- Investigador: se encargó de la elaboración del protocolo y marco teórico y seguimiento del estudio.
- Asesor metodológico: fue el responsable de guiar el diseño del protocolo de investigación, incluyendo la redacción del mismo, así como apoyo en el análisis de la información para la presentación de los resultados.

## **PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO**

Los recursos económicos necesarios para su realización fueron mínimos. El equipo utilizado para la realización de la somatometría de los pacientes se encontraba disponible en la unidad, por lo que no generó costos para el proyecto de investigación.

Este proyecto de investigación no requirió financiamiento externo al IMSS, puesto que se trató de un estudio descriptivo no produjo gastos al Hospital General del Centro Médico Nacional La Raza.

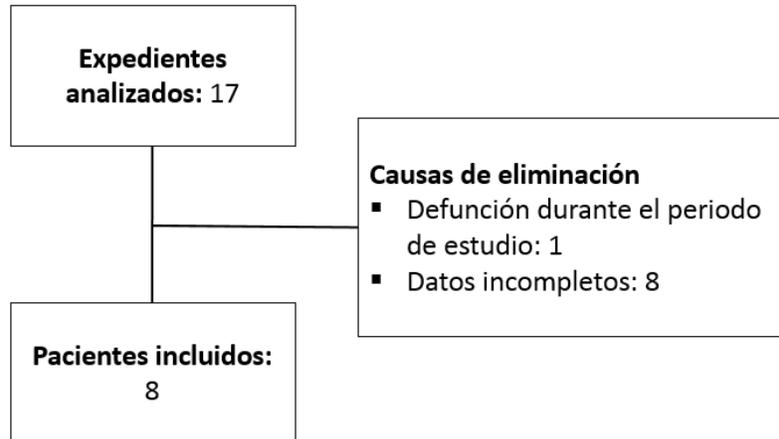
## **CONFLICTO DE INTERESES**

Los investigadores responsables señalaron que no existe conflicto de interés para la realización de este estudio ni para su publicación.

## RESULTADOS

Durante el período de realización del protocolo, se evaluaron 17 pacientes, de los cuales 8 cumplieron con los criterios de inclusión. Las causas de eliminación se muestran en la figura 1.

**Figura 1.** Descripción del proceso de selección de los sujetos de investigación.



La edad promedio de la población al momento de su ingreso fue 15.6 días ( $\pm 12.5$  días), de los cuales 7 (87.5%) corresponden al sexo masculino. De los 8 pacientes incluidos en el estudio, 7 (87.5%) eran recién nacidos a término, mientras 1 (12.5%) fue un recién nacido pretérmino de 27 semanas de gestación que ingresó a los 32 días de vida (edad gestacional corregida 31.4 semanas). El promedio de edad gestacional fue 37.6 semanas.

Predominaron las cardiopatías cianógenas, siendo las más frecuentes atresia pulmonar y conexión anómala total de venas pulmonares, cada una con 2 casos (25%), respectivamente. Los procedimientos realizados con mayor frecuencia fueron fístula sistemicopulmonar (25%) y corrección de conexión anómala total de venas pulmonares (25%). El promedio de días entre el ingreso y la realización del procedimiento quirúrgico fue de 5 días, aunque cabe destacar que 2 pacientes ingresaron directamente procedentes de quirófano.

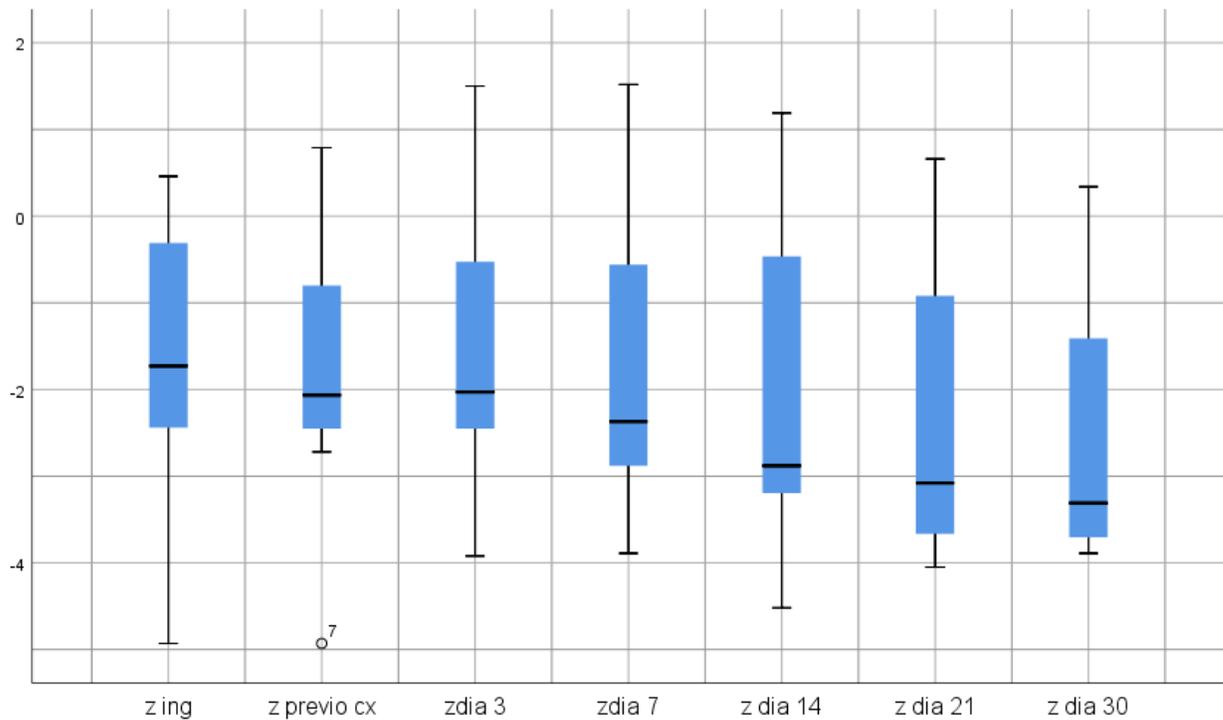
**Tabla 1.** Características generales de los pacientes ingresados para procedimiento quirúrgico cardiovascular (N = 8)

	<b>N (%)</b>
<b>Sexo</b>	
Masculino	7 (87.5)
Femenino	1 (12.5)
<b>Edad gestacional</b>	
Recién nacido a término	7 (87.5)
Recién nacido pretérmino	1 (12.5)
<b>Días de vida extrauterina al ingreso</b>	
Menor o igual a 7 días	2 (25)
Mayor a 7 días	6 (75)
<b>Cardiopatía diagnosticada</b>	
Atresia pulmonar	2 (25)
Conexión anómala total de venas pulmonares	2 (25)
Coartación aórtica	1 (12.5)
Síndrome de ventrículo izquierdo hipoplásico	1 (12.5)
Transposición de grandes arterias	1 (12.5)
Conducto arterioso permeable	1 (12.5)
<b>Procedimiento quirúrgico realizado</b>	
Fístula sistemicopulmonar	2 (25)
Corrección de conexión anómala total de venas pulmonares	2 (25)
Avance aórtico	1 (12.5)
Cirugía de Norwood	1 (12.5)
Corrección anatómica de Jatene	1 (12.5)
Ligadura transtorácica de conducto arterioso	1 (12.5)
<b>Intervalo de días entre ingreso y cirugía</b>	
Menor o igual a 3 días	3 (37.5)
4 a 7 días	4 (50)
Mayor a 8 días	1 (12.5)

En relación al estado nutricional al ingreso, el promedio del peso fue de 2900 gramos ( $\pm 672$  g), lo que se clasificó como estado nutricional alterado por peso bajo para edad gestacional en 5 pacientes (62.5%), mientras que fue adecuado en 3 (37.5%), evaluado por percentiles de peso de la OMS para sexo, edad gestacional y días de vida extrauterina que en promedio fue 19 (1-68) y puntaje Z promedio -1.7 (-4.93-0.46). La longitud promedio fue 49.6 cm, percentil promedio 36 (1-80) y puntaje Z -0.74.

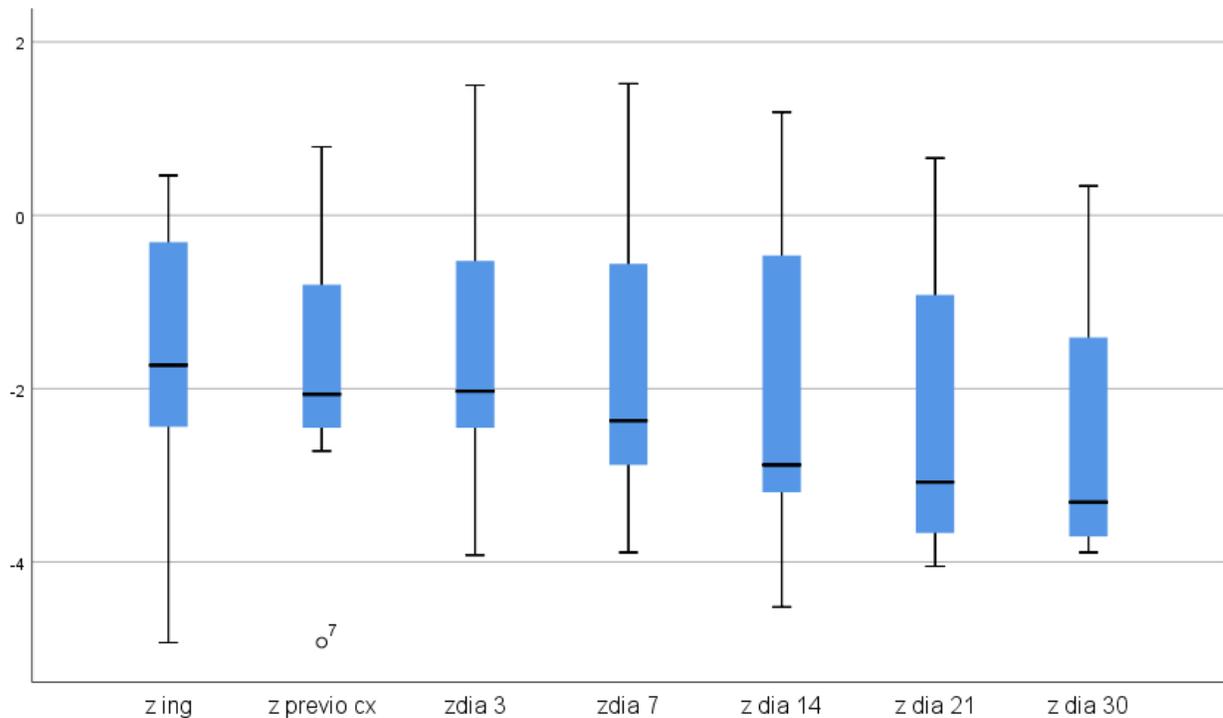
En la figura 2 se aprecia el comportamiento el puntaje Z de peso en los períodos de evaluación del estudio, donde se puede observar tendencia a la disminución de dicho puntaje en el período postquirúrgico inmediato al tercer día, con recuperación posterior al inicio de alimentación mixta en postquirúrgico mediato; sin embargo, con puntaje menor comparado al de ingreso el cual probablemente se basa en el aporte calórico a expensas de alimentación enteral, en promedio 117 kcal/kg/día con fórmula de inicio en el total de casos analizados. La anterior evaluación se correlaciona con el deterioro del estado nutricional observado durante el tiempo de estudio.

**Figura 2.** Puntaje Z del peso en los distintos períodos de evaluación (N = 8)



En la figura 3, se puede apreciar el comportamiento del crecimiento longitudinal de los recién nacidos incluidos en el estudio, evaluado por percentil y puntaje Z en los períodos de estudio establecidos anteriormente, permitió apreciar disminución en la velocidad de crecimiento con un puntaje más negativo al finalizar la evaluación.

**Figura 3.** Puntaje Z de la longitud en los distintos períodos de evaluación (N = 8)

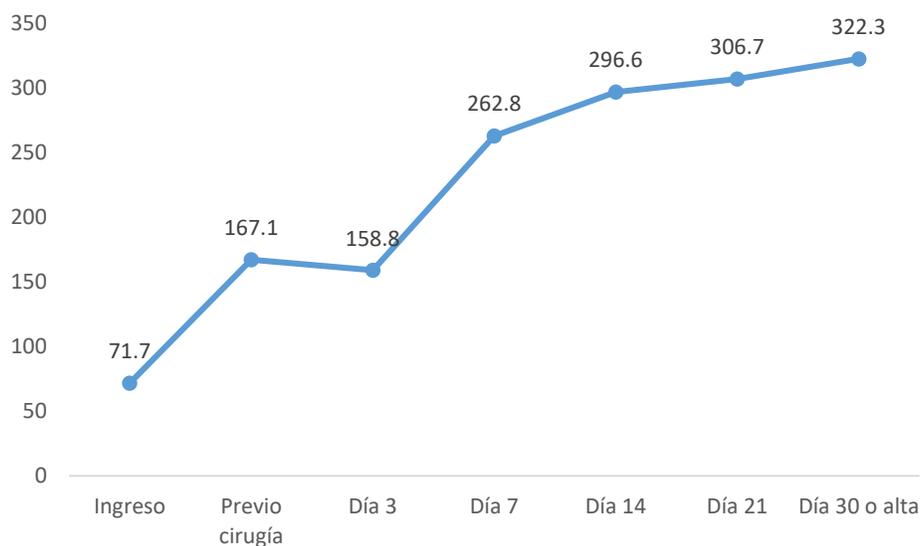


Las condiciones clínicas de los pacientes a su ingreso condicionaron la indicación de ayuno en 5 (62.5%), mientras que en un día previo a la cirugía solo 2 (25%) continuaban sin recibir apoyo nutricional enteral o parenteral. Se inició la alimentación como estímulo trófico enteral al tercer día de posquirúrgico en la mitad de los pacientes evaluados, mientras que el 100% de los pacientes recibió alimentación enteral en el periodo postquirúrgico mediato, con un promedio de 44.1 ml/kg/día (12.1-95 ml/kg/día) y principalmente con fórmula de inicio en 7 casos, solo 1 de ellos con fórmula para prematuro por edad gestacional corregida del paciente, que ofrecía un aporte calórico promedio 82.1 kcal/día.

La nutrición parenteral se inició previo al procedimiento quirúrgico en un paciente, mientras que al tercer día de vida el 62.5% de los recién nacidos contaban con nutrición enteral y parenteral, ésta última con volumen 111.6 ml/kg/día (101.4-120.2 ml/kg/día), el cual aportó 211.8 kcal/día a base de carbohidratos 10.1 g/kg/día (9-12 g/kg/día), lípidos 2.5 g/kg/día (2-3.5 g/kg/día) y proteínas 2.6 g/kg/día (2-3 g/kg/día).

El incremento en el volumen de la alimentación por vía enteral condicionó disminución progresiva del aporte parenteral, presentando la tendencia al incremento en el aporte total de energía, como puede observarse en la figura 4, en el cual se aprecia el promedio del total de calorías recibidas por vía enteral y parenteral (kcal/día).

**Figura 4.** Aporte total de energía en los distintos períodos de evaluación en kcal/día  
(N = 8)



Para la evaluación del gasto energético ajustado por factores de estrés, se pudo observar que solo se describieron complicaciones postquirúrgicas en un pacientes (12.5%). El 100% de los recién nacidos se mantuvo con sedación en el tercer día de postquirúrgico y, al inicio del período postquirúrgico mediato, solo 2 (25%) continuaban con esta misma. En el día 14 del estudio y los subsecuentes, ninguno de los pacientes requirió infusión de fármacos para mantener el estado de sedación.

El deterioro progresivo del estado nutricional condicionó un factor de estrés significativo al incrementar el gasto energético en reposo, observándose en 5 pacientes (62.5%) durante los días 3, 7 y 14, el cual se incrementó hasta 6 pacientes (75%) en el resto de observaciones realizadas durante el estudio. Cabe destacar que los pacientes con estado nutricional alterado por desnutrición, ya se encontraban clasificados de dicha forma desde su ingreso y solo uno de ellos ingresó con estado nutricional alterado y posteriormente se clasificó con desnutrición.

Se registró taquiarritmia en un paciente durante los días 3 y 7 posteriores al procedimiento quirúrgico, periodo en el que se mantuvo con alimentación mixta, ya que no condicionó compromiso significativo del estado hemodinámico.

El gasto energético de los pacientes (N=8) modificado por factores de estrés se encuentra concentrado en la tabla 2.

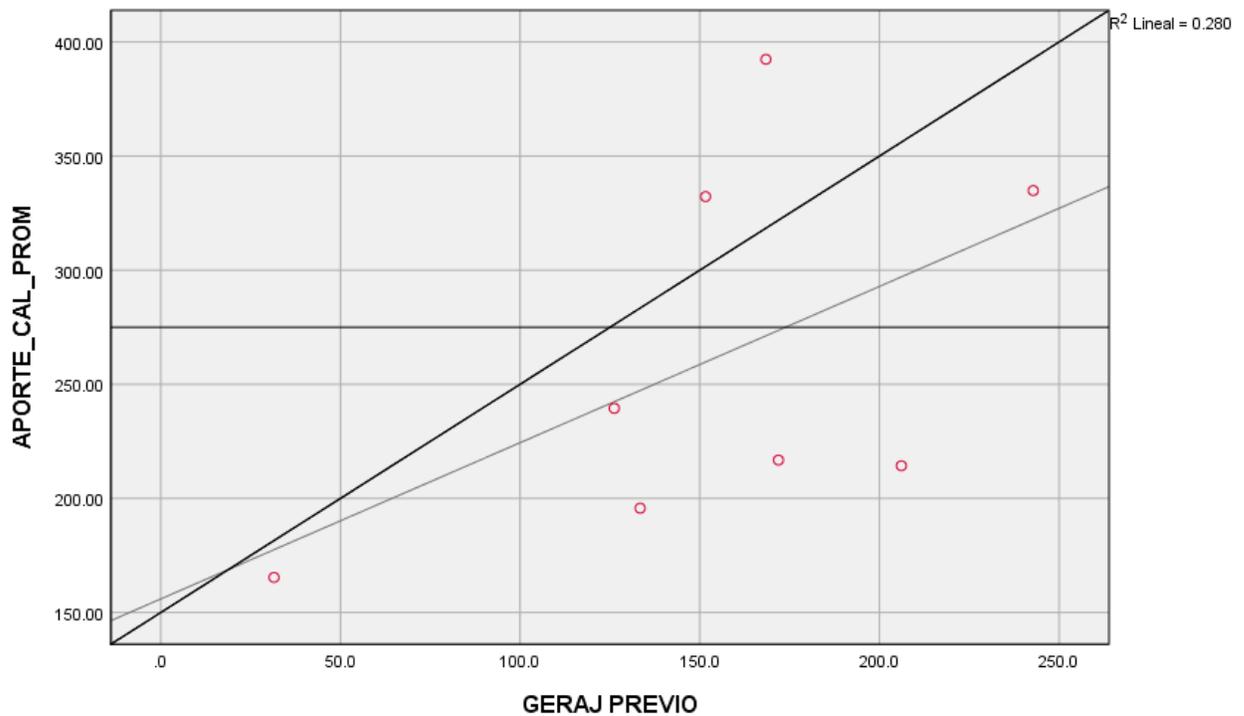
**Tabla 2.** Gasto energético real ajustado por factores de estrés (kcal/día)

Gasto energético real ajustado por factores de estrés (kcal/24 horas)							Día 30 o
Paciente	Ingreso	Previo cirugía	Día 3	Día 7	Día 14	Día 21	alta
1	164.4	171.9	139.2	171.9	154.7	215.5	219.2
2	218.5	242.8	196.7	252	252	261.1	264.8
3	134.7	133.4	119.9	120	151.5	160.6	164.4
4	187.2	168.4	151.7	168.5	194.9	194.9	202.6
5	151.5	151.6	122.9	144.7	169.9	170	170
6	126.4	126.2	127.4	114.6	134.2	134.2	149.3
7	35.1	31.5	36.4	51.4	47.9	45.8	55.5
8	206.2	206.1	204.2	226.9	236.9	213.2	213.2

Con la información anteriormente expuesta, se realizó el siguiente análisis estadístico.

Se evaluó la correlación de Pearson entre el gasto energético ajustado por factores de estrés y el aporte calórico promedio para la estimación secundaria del estado de nutrición, observándose correlación positiva moderada entre ambas variables cuantitativas continuas (0.529). Del mismo modo, el coeficiente de determinación se calculó como  $R^2=0.280$ , estimado como regresión lineal con asociación débil, como se encuentra representado en la figura 5.

**Figura 5.** Correlación y regresión lineal entre el gasto energético ajustado y el estado nutricional por el aporte calórico total (N = 8)



## **DISCUSION**

La desnutrición es resultado del aporte inadecuado de energía en relación al gasto energético, lo cual produce balance energético negativo. Estudios han demostrado que los niños en estado crítico pueden presentar modificación del gasto energético por los factores de estrés a los que se encuentran sometidos, incluyendo la propia enfermedad, así como los procedimientos quirúrgicos que requieren para su corrección y las complicaciones agregadas durante la estancia intrahospitalaria, por lo que se pueden incrementar hasta 50% del gasto basal calculado.

En este estudio se tomaron en consideración distintos factores que modifican el gasto energético basal por la fórmula de Schofield, con lo que se calculó el gasto energético ajustado, el cual se comparó con el aporte energético y el impacto que produjo el balance energético sobre el estado nutricional. De forma secundaria, se analizaron las prácticas nutricionales implementadas para evaluar lo anteriormente descrito.

Cabe destacar la importancia de una estrategia nutricional adecuada en este tipo de pacientes, ya que los períodos críticos que cursan estos recién nacidos se superponen a los requerimientos para el crecimiento, desarrollo motor y cognitivo, con las consecuencias a lo largo de la vida que tiene la nutrición y el desarrollo en el primer año de vida.

En la literatura se describe que los pacientes con cardiopatías congénitas tienen peso normal para la edad gestacional, el cual discrepó con la población evaluada durante este estudio, ya que el 62.5% de los pacientes presentaba peso bajo para edad gestacional al momento de ingreso (compatible con el peso al nacimiento para edad gestacional); sin embargo, los recién nacidos con adecuado estado nutricional en el periodo neonatal, se enfrentan a alteraciones nutricionales y de desarrollo en los primeros meses de vida por factores cardíacos (cortocircuito derecha-izquierda e incremento en la poscarga) y extracardíacos (incremento en las demandas metabólicas, consumo de oxígeno en reposo, hipertensión arterial pulmonar y aumento en la secreción de catecolaminas por los períodos de estrés), como en el estudio en el que se observó que un paciente presentó deterioro del estado nutricional, clasificado como normal a su ingreso y bajo en el seguimiento durante el periodo de evaluación.

Las alteraciones cromosómicas, como el síndrome de Down, síndrome de DiGeorge, síndrome de Turner y trisomías 13 y 18, se han descrito como enfermedades que se asocian a incremento del aporte energético, así como alteraciones en la absorción gastrointestinal. Los pacientes incluidos en este estudio fueron referidos al servicio de Genética para su valoración por malformaciones mayores, aunque ninguno presentó características fenotípicas compatibles con alguna de las enfermedades mencionadas previamente.

Las alteraciones nutricionales asociadas a la vía de administración (enteral, parenteral o mixta), juegan un papel importante en el desarrollo de desnutrición de los pacientes con cardiopatías congénitas, en los cuales se describe un estado inflamatorio por el incremento del gasto cardíaco en respuesta al estado hipermetabólico por catecolaminas que alteran el metabolismo hacia la oxidación de ácidos grasos y la alteración para la utilización de carbohidratos. Este estado alterado persiste por meses, ya que se ha observado que los pacientes sometidos a corrección univentricular persisten con peso menor a puntaje Z a los 3 meses de edad, principalmente por disminución del tejido graso, el cual traduce insuficiente balance energético positivo, necesario para el depósito de reservas de tejido adiposo.

El estado postquirúrgico y las condiciones clínicas críticas producen cambio hacia el catabolismo proteico, por lo que el aporte constante de aminoácidos es necesario para la síntesis de nuevas proteínas y la reparación tisular y crecimiento. Las metas del estado nutricional deben incluir adecuado aporte proteico para la reparación de heridas, modulación de la respuesta inflamatoria y preservación del tejido muscular. La disminución del aporte proteico, con el secundario balance nitrogenado negativo, se asocia a desnutrición e incremento en la mortalidad<sup>64</sup>.

La recomendación actual por la American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ASPEN) para los pacientes pediátricos críticamente enfermos de 0 a 2 años de edad es aporte proteico de 2-3 g/kg/día y para los prematuros incrementa hasta 3.5-4 g/kg/día para satisfacer las demandas energéticas y favorecer el crecimiento aún en este periodo crítico. El aporte de lípidos sugerido es de 2-3 g/kg/día, tanto en recién nacidos a término como pretérmino. El aporte calórico sugerido por vía parenteral es de 100-130 kcal/kg/día en recién nacidos a término y 120-140 kcal/kg/día en pretérminos<sup>64</sup>.

Otras sugerencias consisten en utilizar el peso al nacimiento durante los primeros 7 días para evitar una excesiva pérdida de peso (mayor a 10% en recién nacido a término y 15% en prematuros), así como usar el peso para la longitud o el percentil 50 en caso de que el paciente se encuentre con edema. También se puede utilizar el peso seco.

La enterocolitis necrosante es una complicación que puede presentarse en los recién nacidos con cardiopatía congénita, aunque no se presentó ningún caso en los pacientes a los que se les dio seguimiento durante este estudio. Las complicaciones durante el periodo postquirúrgico pueden limitar el inicio de alimentación enteral y otras prácticas, como la restricción en el aporte hídrico, puede limitar las prácticas nutricionales para alcanzar los objetivos, ya que se retrasa el inicio del aporte o se interrumpe por complicaciones en el periodo postquirúrgico. Se han descrito protocolos para la alimentación enteral, como el siguiente:

- Iniciar estímulo enteral mínimo a 10-20 ml/kg/día con sonda orogástrica a gravedad utilizando leche humana o sucedáneo 20 cal/onza, incluso en pacientes con cortocircuito o uso de prostaglandinas. Típicamente el aporte del estímulo enteral mínimo no se cuenta en las metas calóricas, las cuales son de 145 kcal/kg/día en recién nacidos con cardiopatía congénita.
- Incrementar el aporte enteral 20 ml/kg/día en prematuros y 20-30 ml/kg/día en recién nacidos a término, con vigilancia de datos de intolerancia (distensión abdominal, gasto biliar o sangre en las evacuaciones).
- Utilizar nutrición mixta hasta completar requerimientos calóricos y lograr incremento de peso.

En esta UMAE, no se lleva seguimiento de los pacientes egresados de la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales por este propio servicio, siendo los pacientes derivados a otras especialidades correspondientes de acuerdo a las enfermedades o problemas clínicos durante su internamiento, por lo que una propuesta para este estudio sería llevar el seguimiento del estado nutricional de estos pacientes durante el primer año y etapas posteriores.

## CONCLUSIONES

- La mayoría de los pacientes fueron recién nacidos a término de sexo masculino con peso bajo para la edad gestacional.
- Las cardiopatías más frecuentes fueron de tipo cianógeno y los procedimientos realizados con en mayor número fueron fístula sistemicopulmonar y corrección de conexión anómala total de venas pulmonares.
- Se observó disminución del puntaje Z de peso en el período postquirúrgico inmediato, con mejoría posterior al inicio de alimentación mixta, pero menor al de inicio, con ingesta promedio de 117 kcal/kg/día.
- Se observó disminución en la velocidad de crecimiento, con puntaje Z para longitud menor al momento de la última evaluación en contraparte al registrado al ingreso.
- El 100% de los pacientes recibió alimentación enteral al día 7 de evaluación, principalmente a expensas de fórmula de inicio.
- Los aportes de macronutrientes en la nutrición parenteral fueron los siguientes: carbohidratos 10.1 g/kg/día (9-12 g/kg/día), lípidos 2.5 g/kg/día (2-3.5 g/kg/día) y proteínas 2.6 g/kg/día (2-3 g/kg/día).
- Los factores de estrés que modificaron el gasto energético fueron complicaciones postquirúrgicas (12.5%), sedación (100% al tercer día y 25% al séptimo día) y desnutrición (62.5%).
- Solo un paciente clasificado con adecuado estado nutricional a su ingreso presentó deterioro a desnutrición.
- El análisis de correlación y regresión presentó asociación débil (0.280) entre el gasto energético ajustado y el estado nutricional por el aporte calórico total.
- La implementación de prácticas nutricionales adecuadas tiene un impacto positivo en el estado nutricional de los recién nacidos sometidos a cirugía cardíaca, así como en otros factores en etapas posteriores de la vida.

## BIBLIOGRAFIA

1. Saure C, Almeyra-Ibarra B, Caminiti C, et al. Soporte nutricional en la primera semana postoperatoria en niños menores de 3 meses que requieren cirugía cardiovascular. *Medicina Infantil*. 2016;23:199-205.
2. Margain-Ojeda MX, López-Alarcón M, Villegas-Silva R, et al. Correlación entre el gasto y el aporte de energía en neonatos hospitalizados en una unidad de cuidados intensivos. *Bol Med Hosp Infant Mex*. 2009;66:41-50.
3. Tilden SJ, Watkins S, Tong TK, et al. Measured energy expenditure in pediatric intensive care patients. *AJDC*. 1989;143:490-2.
4. Medoff-Cooper B, Ravishankar C. Nutrition and growth in congenital heart disease: a challenge in children. *Curr Opin Cardiol*. 2013;28:122-9.
5. Taylor RM, Cheeseman P, Preedy V, et al. Can energy expenditure be predicted in critically ill children?. *Pediatr Crit Care Med*. 2003;4(2):176-80.
6. Sancho-Martinez A, Martínez-Romillo D, Ruza-Tarrio F. Valoración del gasto energético en los niños. Implicaciones fisiológicas y clínicas. Métodos de medición. *An Pediatr (Barc)*. 2008;68(2):165-80.
7. Cartwright MM. The metabolic response to stress: a case of complex nutrition support management. *Crit Care Nurs Clin N Am*. 2004;16:467-87.
8. Rogers EJ, Gilbertson HR, Heine RG, et al. Barriers to adequate nutrition in critically ill children. *Nutrition*. 2003;19:865-68.
9. Tsintoni A, Dimitrou G, Karatza AA. Nutrition of neonates with congenital heart disease: existing evidence, conflicts and concerns. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*. 2019:1-6.
10. Wong JJM, Cheifetz IM, Nakao M, et al. Nutrition support for children undergoing congenital heart surgeries: A narrative review. *World Journal for Pediatric and Congenital Heart Surgery*. 2015;6(3):443-54.
11. Cabrera AG, Prodhan P, Bhutta AT. Nutritional challenges and outcomes after surgery for congenital heart disease. *Curr Opin Cardiol*. 2010;25:88-94.
12. Nydegger A, Walsh A, Penny DJ, et al. Changes in resting energy expenditure in children with congenital heart disease. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2009;63:392-7.
13. Schwalbe-Terilli CR, Hartman DH, Nagle ML, et al. Enteral feeding and caloric intake in neonates after cardiac surgery. *American Journal of Critical Care*. 2008;18:52-57.

14. Medoff-Cooper B, Naim M, Torowicz D, et al. Feeding, growth and nutrition in children with congenitally malformed hearts. *Cardiol Young*. 2010;20(3):149-53.
15. Mosca F. Nutritional management of surgical newborns and infants in the acute phase and during follow up. *Medical and Surgical Pediatrics*. 2018;40(197):5-10.
16. Teixeira-Cintra MAC, Pontes-Monteiro J, Tremeschin M, et al. Monitoring of protein catabolism in neonates and young infants post-cardiac surgery. *Acta pediátrica*. 2011;100:977-982.
17. Gillespie M, Kujipers M, Van Rossem M, et al. Determinants of intensive care unit length of stay for infants undergoing cardiac surgery. *Congenit Heart Dis*. 2006;1:152-60.
18. Hill JR, Rahimtulla KA. Heat balance and the metabolic rate of newborn babies in relation to environmental temperature and the effect of age and of weight on basal metabolic rate. *J Physiol*. 1965;180:239-265.
19. Thureen PJ. The neonatologist's dilemma: Catch-up growth or beneficial undernutrition in very low birth weight infants – What are optimal growth rates?. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2007;45(3):152-4.
20. Pierro A. Metabolism and nutritional support in the surgical neonate. *J Pediatr Surg*. 2002;37:811-22.
21. Krishnamurthy G, Ratner V, Bacha E. Neonatal cardiac care, a perspective. *Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Ann*. 2013;16:21-31.
22. Bové T, Francois K, De Groote K, et al. Outcome analysis of major cardiac operations in low weight neonates. *Ann Thorac Surg*. 2004;78:181-7.
23. Bacha EA, Cooper D, Thiagarajan R, et al. Cardiac complications associated with the treatment of patients with congenital cardiac disease: consensus definitions from the Multi-Societal Database Committee for Pediatric and Congenital Heart Disease. *Cardiol Young*. 2008;18(2):196-201.
24. Rigden SPA, Barratt TM, Dillon MJ, et al. Acute renal failure complicating cardiopulmonary bypass surgery. *Archives of Disease in Childhood*. 1982;57:425-30.
25. Curzon CL, Milford-Beland S, Li JS, et al. Cardiac surgery in infants with low birth weight is associated with increased mortality: Analysis of the Society of Thoracic Surgeons Congenital Heart Database. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2008;135:546-51.
26. Knirsch W, Zingg W, Bernet V, et al. Determinants of body weight gain and association with neurodevelopmental outcome in infants operated for congenital heart disease. *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*. 2010;10:377-82.

27. Gaynor JW, Wernovsky G, Jarvik GP, et al. Patient characteristics are important determinants of neurodevelopmental outcome at one year of age after neonatal and infant cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2007;133:1344-53.
28. Alsoufi B, Al-Radi OO, Gruenwald C, et al. Extra-corporeal life support following cardiac surgery in children: analysis of risk factors and survival in a single institution. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery.* 2009;35:1004-11.
29. Bove EL, Bull C, Stark J, et al. Congenital heart disease in the neonate: results of surgical treatment. *Archives of Disease in Childhood.* 1983;58:137-41.
30. Helfricht S, Latal B, Fischer JE, et al. Surgery-related posttraumatic stress disorder in parents of children undergoing cardiopulmonary bypass surgery: A prospective cohort study. *Pediatr Crit Care Med.* 2008;9(2):217-23.
31. Nydegger A, Bines JE. Energy metabolism in infants with congenital heart disease. *Nutrition.* 2006;22:697-704.
32. Marino LV, Johnson MJ, Hall NJ, et al. The development of a consensus-based nutritional pathway for infants with CHD before surgery using a modified Delphi process. *Cardiol Young.* 2018;28:938-48.
33. Burnham N, Ittenbach RF, Stallings VA, et al. Genetic factors are important determinants of impaired growth following infant cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2010;140(1):144-9.
34. Harrison TM. Trajectories of parasympathetic nervous system function before, during and after feeding in infants with transposition of the great arteries. *Nurs Res.* 2011;60(3):15-27.
35. Ravishankar C, Zak V, Williams IA, et al. Association of impaired linear growth and worse neurodevelopmental outcome in infants with single ventricle physiology: a report from the Pediatric Heart Network Infant Single Ventricle Trial. *J Pediatr.* 2013;162(2):250-6.
36. Furlong-Dillard J, Neary A, Marietta J, et al. Evaluating the impact of a feeding protocol in neonates before and after biventricular cardiac surgery. *Pediatr Qual Saf.* 2018;3:1-9.
37. Owens JL, Musa N. Nutrition support after neonatal cardiac surgery. *Nutr Clin Pract.* 2009;24:242-9.
38. Schoeller DA, Van Santen E. Measurement of energy expenditure in humans by doubly labeled water. *J Apply Physiol.* 1982;53:955-9.

39. Human energy requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNO Expert Consultation. Rome. 2001:17-24.
40. Oesterveld MJ, Van Der Kuip M, De Meer K, et al. Energy expenditure and balance following pediatric intensive care unit admission; A longitudinal study of critically ill children. *Pediatr Crit Care*. 2006;7:147-53.
41. Duggan M, Milner R. The maintenance energy requirement for children: An estimated based on a study of children with infection associated underfeeding. *Am J Clin Nutr*. 1986;43:870-8.
42. Battezzati A, Vigano R. Indirect calorimetry and nutritional problems in clinical practice. *Acta Diabetol*. 2001;38:1-5.
43. Weissman C, Kemper M, Elwyn DH. The energy expenditure of the mechanically ventilated critically ill patient. An analysis. *Chest*. 1986;89:254-9.
44. Holliday MA, Segar WE. Maintenance need for water in parenteral fluid therapy. *Pediatrics*. 1957;19:823-7.
45. Darrow DC. A guide to learning fluid therapy. Springfield III: Charles C. Thomas Co.; 1964.
46. Roza AM, Shizgal HM. The Harris-Benedict equation reevaluated: Resting energy requirements and the body cell mass. *Am J Clin Nutr*. 1984;40:168-82.
47. Daly JM, Heymsfield SB, Head CA, et al. Human energy requirements: Overestimation by widely used prediction equation. *Am J Clin Nutr*. 1985;42:1170-4.
48. Caldwell MD, Kennedy-Caldwell C. Normal nutritional requirements. *Surg Clin North Am*. 1981;61:489-506.
49. Fleisch A. Le metabolisme basal standard et sa determination au moyen du "metabocalculator". *Helv Med Acta*. 1951;18:23-44.
50. Talbot FB. Basal metabolism standards for children. *Am J Dis Child*. 1938;55:455-9.
51. Ekelund U, Yngve A, Brage C, et al. Body movement and physical activity energy expenditure in children and adolescents: How to adjust for differences in body size and age. *Am J Clin Nutr*. 2004;79:851-6.
52. Thompson MA, Bucolo S, Quirk PP, et al. Measured versus predicted resting energy expenditure in infants: A need for reappraisal. *J Pediatr*. 1995;136:21-7.
53. Kaplan AS, Zemel BS, Neiswender KM. Resting energy expenditure in clinical pediatrics: Measured versus prediction equations. *J Pediatr*. 1995;127:200-5.

54. Coss-Bu JA, Jefferson LS, Walding D, et al. Resting energy expenditure in children in a pediatric intensive care unit: Comparison of Harris-Benedict and Talbot predictions equations with indirect calorimetry values. *Am J Clin Nutr.* 1998;67:7.
55. Steinhorn DM. Energy expenditure in critically ill children is lower than expected. *Pediatr Res.* 1993;33-41.
56. White MS, Shepherd RW, McEniery JA. Energy expenditure in 100 ventilated, critically ill children: Improving the accuracy of predictive equation. *Crit Care Med.* 2000;28:2307-12.
57. Van Lanschot JJ, Feenstra BW, Vermeij CG, et al. Calculation versus measurement of total energy expenditure. *Crit Care Med.* 1986;14:981-5.
58. Brown PE, McClave SA, Hoy NW, et al. The acute physiology and chronic health evaluation II classification system is a valid marker for physiologic stress in the critically ill patient. *Crit Care Med.* 1993;21:363-7.
59. Tilden SJ, Watkins S, Tong T, et al. Measured versus predicted energy expenditure in pediatric intensive care patients. *Am J Dis Child.* 1989;143:490-2.
60. Jeschke MG, Barrow RE, Mlcak RP, et al. Endogenous anabolic hormones and hypermetabolism: Effect of trauma and gender differences. *Ann Surg.* 2005;241:759-67.
61. ESPGHAN. Energy. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition.* 2005;41:S5-S11.
62. Norma Oficial Mexicana NOM-008-SSA2-1993, Control de la nutrición, crecimiento y desarrollo del niño y del adolescente. Criterios y procedimientos para la prestación del servicio.
63. Valdés-Armenteros R. Nutrición del recién nacido, 1a ed. Cuba: Ed. Ciencias Médicas; 2010.
64. Karpen HE. Nutrition in the Cardiac Newborns Evidence-based Nutrition Guidelines for Cardiac Newborns. *Clin Perinatol.* 2016;43:131-145.

**ANEXOS. HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Folio de registro: \_\_\_\_\_

**Protocolo de investigación: Correlación entre el gasto y el aporte energético de los recién nacidos sometidos a cirugía cardíaca de la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Centro Médico Nacional La Raza**

Datos de identificación				
Nombre RN:	Fecha de nacimiento:	Peso al nacimiento:	<input type="radio"/> Masculino	<input type="radio"/> Femenino
NSS:				
DVEU:	Edad gestacional:	Edad gestacional corregida (si aplica):		
Cardiopatía:				
Cirugía realizada:				
Fecha de ingreso:		Fecha de procedimiento quirúrgico:		
Notas:				

Somatometría y análisis del estado nutricional						
	Peso (gr)	Percentil	Longitud (cm)	Percentil	Estado nutricional	Notas
Ingreso						
Día previo cirugía						
Día 3						
Día 7						
Día 14						
Día 21						
Día 30 o alta						

Evaluación de aporte calórico y nutricional													
	Vía enteral			Vía parenteral		Carbohidratos		Lípidos		Proteínas		Ayuno	Aporte total de energía (kcal)
	Tipo	Vol	kcal	Vol	kcal	g/kg	kcal	g/kg	Kcal	g/kg	Kcal		
Ingreso													
Día previo cx													
Día 3													
Día 7													
Día 14													
Día 21													
Día 30 o													

Cálculo y análisis de GER por fórmula de Schofield, factores de corrección por estrés, aporte total de energía y balance energético									
	Gasto energético en reposo (kcal/24 h)	Ajuste por factor de estrés (multiplicar GER por)					GER ajustado (kcal/24 h)	Aporte energético total (kcal/24 h)	Balance energético (kcal)
		Complicaciones quirúrgicas	Sedación	NPT	Desnutrición	Taquiarritmias			
		1.1	0.9	0.9	1.2	1.1			
Ingreso									
Día previo cirugía									
Día 3									
Día 7									
Día 14									
Día 21									
Día 30 o alta									

**NOTAS Y ACOTACIONES.**

NSS: Número de seguridad social. DVEU: Días de vida extratuerina. GER: Gasto energético en reposo. NPT: Nutrición parenteral total.

Estado nutricional: PA: peso alto, A: peso adecuado, B: bajo.

Vía enteral: LH: leche humana, FM: fórmula maternizada, FEH: fórmula extensamente hidrolizada, FAA: fórmula a base de aminoácidos. En caso de usarse fórmula, especificar concentración en porcentaje.

**ANEXOS. HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS (REVERSO) Folio de registro: \_\_\_\_\_**

**Protocolo de investigación: Correlación entre el gasto y el aporte energético de los recién nacidos sometidos a cirugía cardíaca de la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Centro Médico Nacional La Raza**

**Fórmula predictiva para el cálculo del gasto energético en reposo de Schofield (kcal/24 h)**

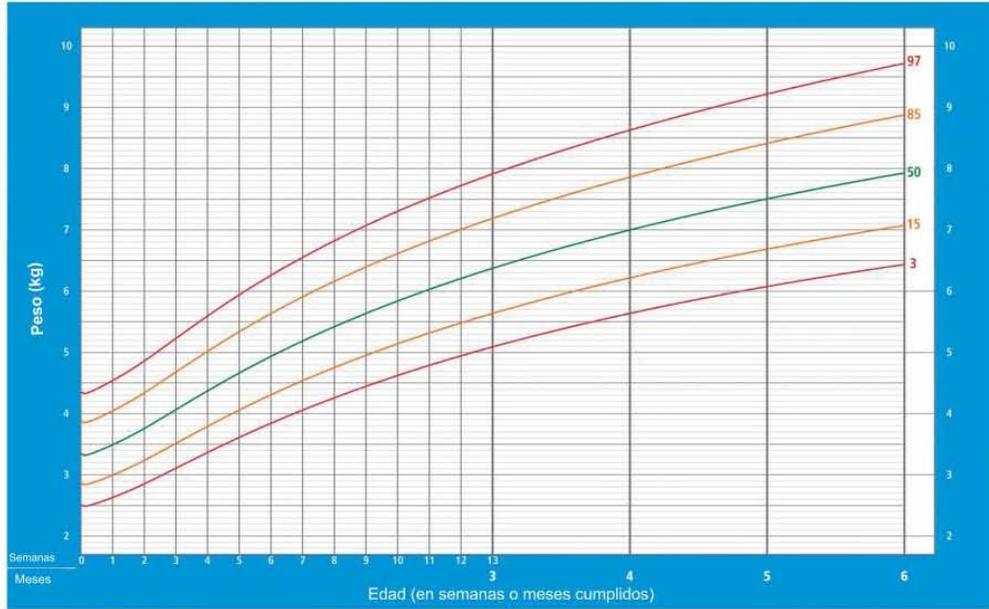
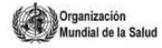
Hombres		Mujeres	
Edad	Fórmula	Edad	Fórmula
0-3 años	$(0.167 \times P) + (1517.4 \times A) - 617.6$	0-3 años	$(16.25 \times P) + (1023.2 \times A) - 413.5$

**NOTAS**

<b>Ingreso</b>	
<b>Día previo a cirugía</b>	
<b>Día 3</b>	
<b>Día 7</b>	
<b>Día 14</b>	
<b>Día 21</b>	
<b>Día 30 o alta</b>	

## Peso para la edad Niños

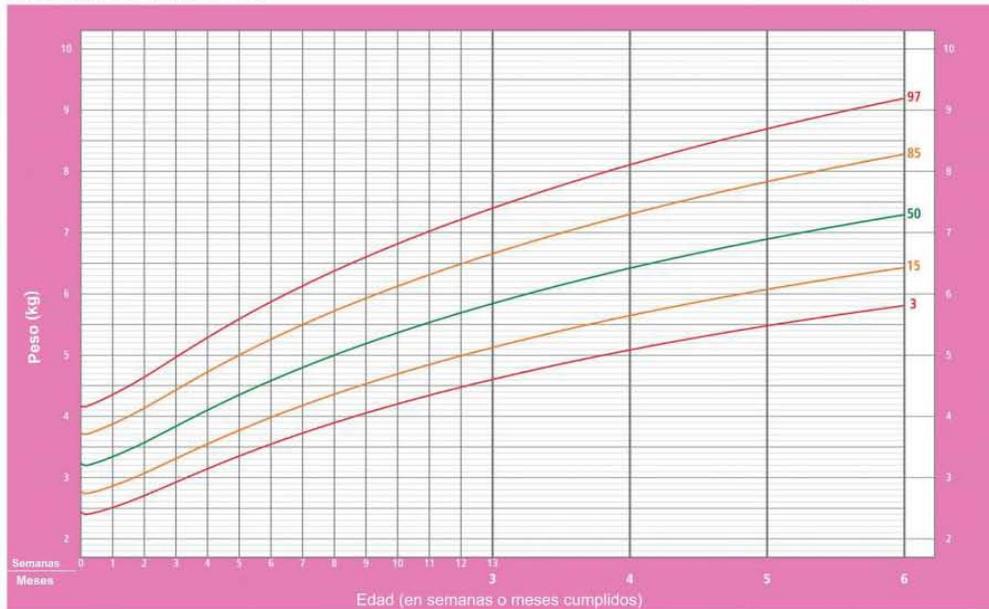
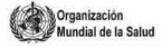
Percentiles (Nacimiento a 6 meses)



Patrones de crecimiento infantil de la OMS

## Peso para la edad Niñas

Percentiles (Nacimiento a 6 meses)

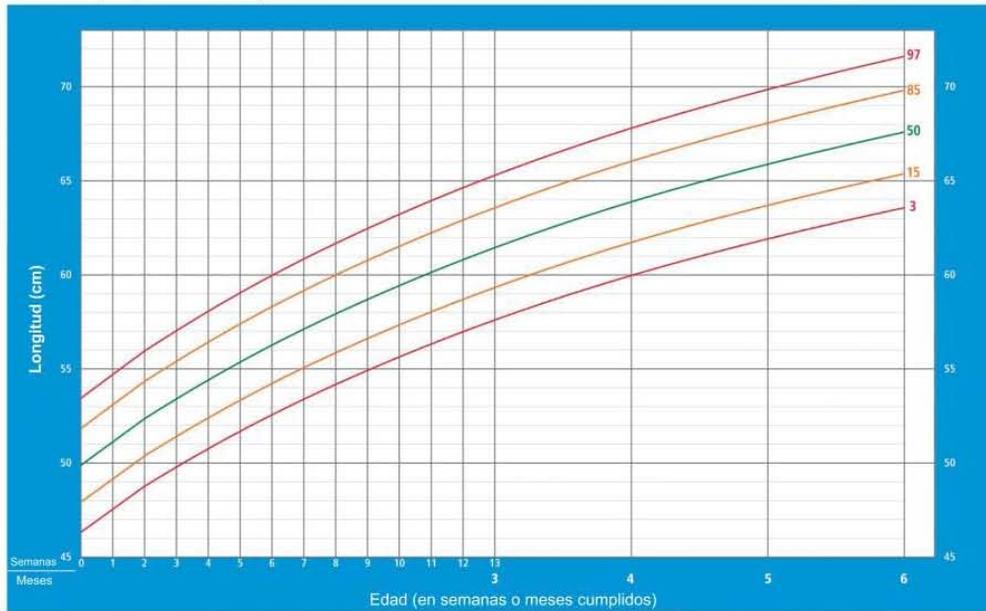


Patrones de crecimiento infantil de la OMS

**ANEXOS.** Patrones de crecimiento infantil de la OMS. Peso para la edad.  
Percentiles del nacimiento a los 6 meses. Niños y niñas.

## Longitud para la edad Niños

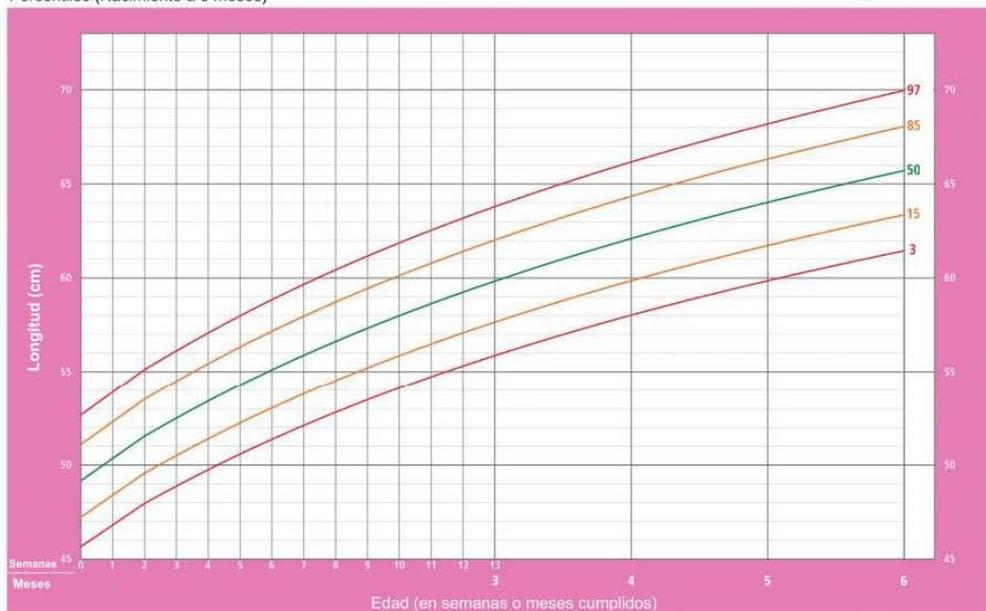
Percentiles (Nacimiento a 6 meses)



Patrones de crecimiento infantil de la OMS

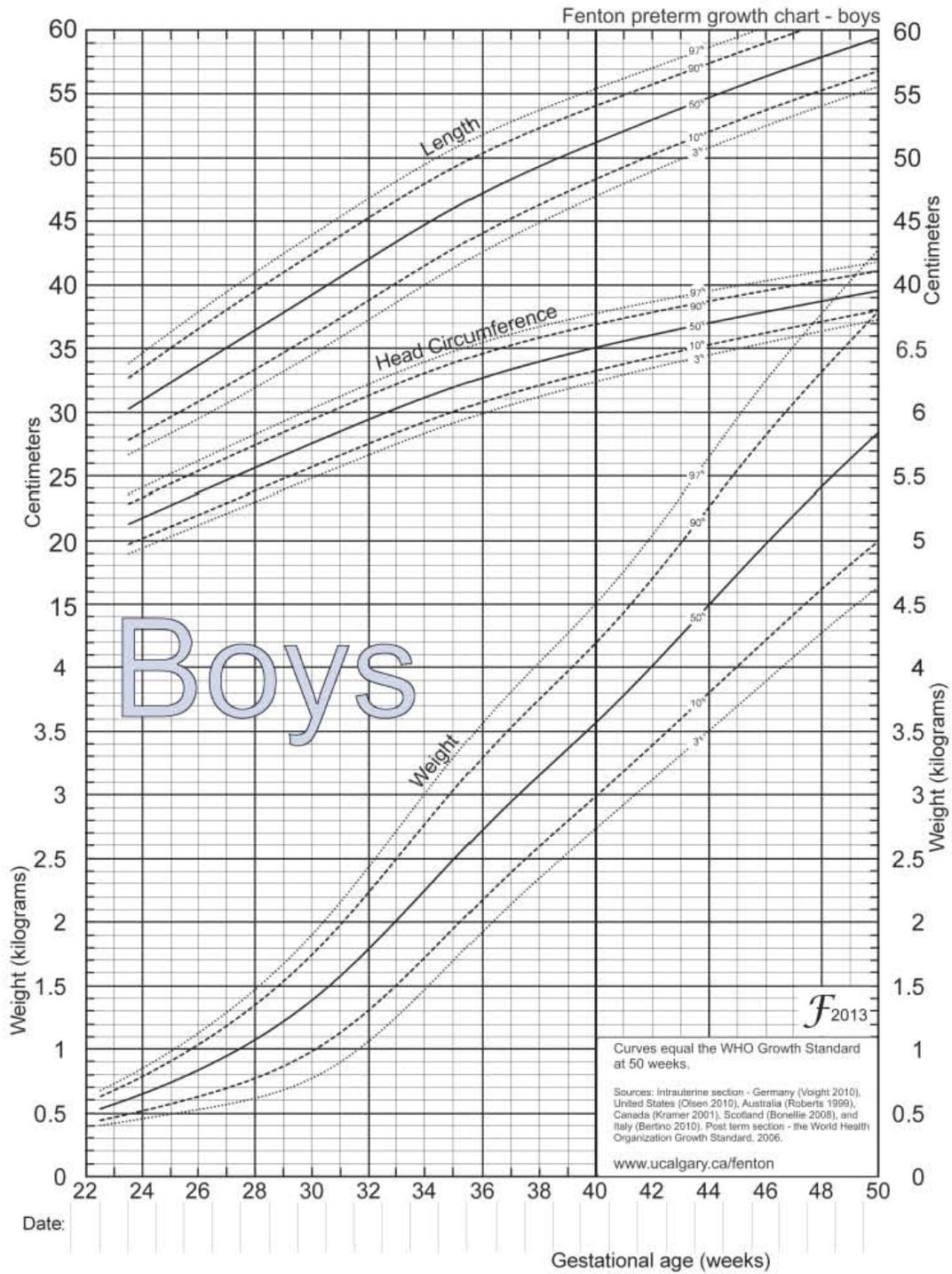
## Longitud para la edad Niñas

Percentiles (Nacimiento a 6 meses)

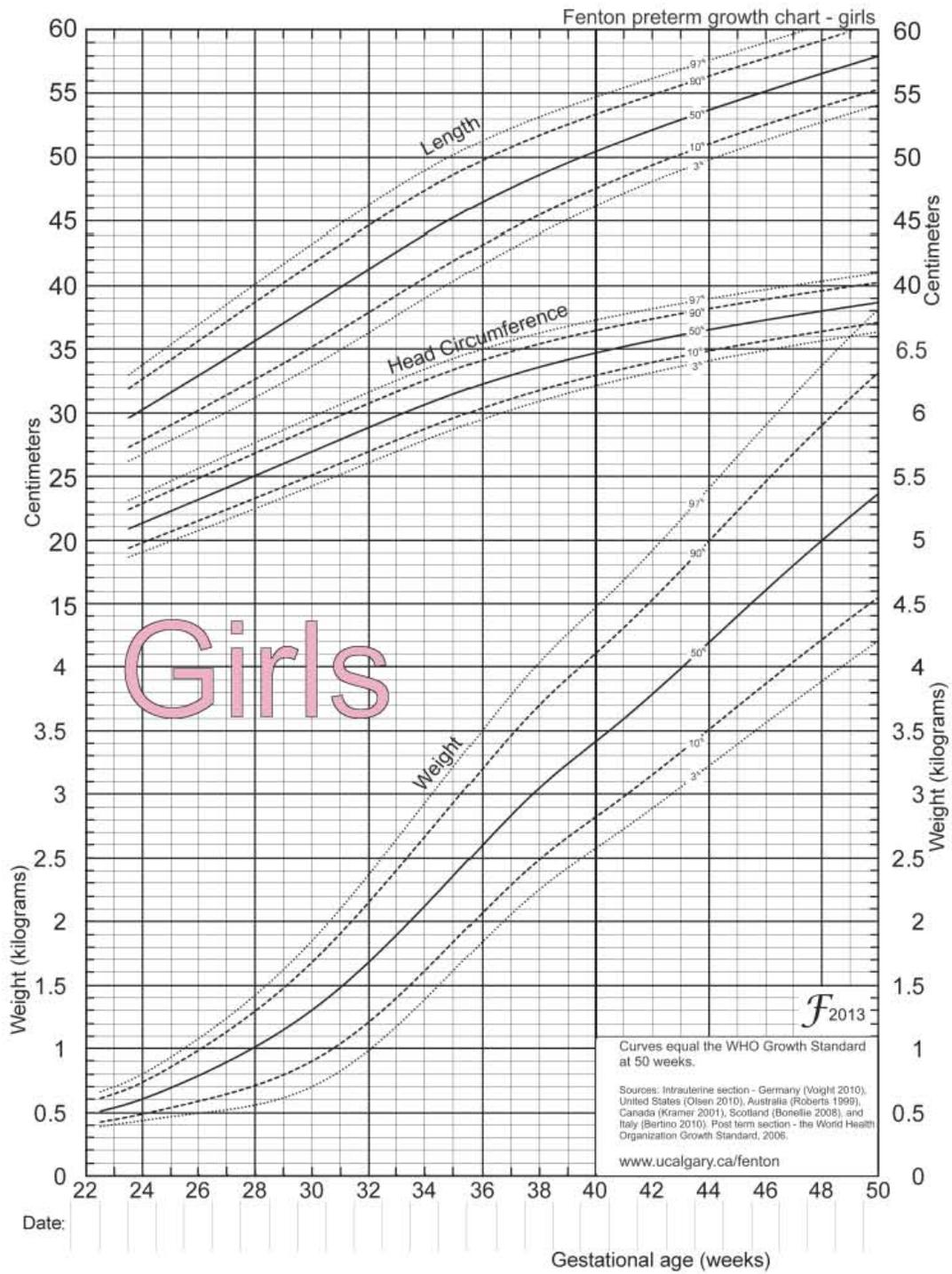


Patrones de crecimiento infantil de la OMS

**ANEXOS.** Patrones de crecimiento infantil de la OMS. Longitud para la edad.  
Percentiles del nacimiento a los 6 meses. Niños y niñas.



**ANEXOS.** Gráfico de crecimiento de Fenton para niños pretérmino.



**ANEXOS.** Gráfico de crecimiento de Fenton para niñas pretérmino.