



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ

TESIS

CARACTERIZACIÓN DEL FLUJO POST PRANDIAL DE LA
ARTERIA MESENTÉRICA SUPERIOR, EN PACIENTES CON
CARDIOPATÍA CONGÉNITA ATENDIDOS EN EL HOSPITAL
INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ.

PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN:

GASTROENTEROLOGÍA Y NUTRICIÓN
PEDIÁTRICA

PRESENTA:

DRA. LIGIA MARCELA PORTILLO CANIZALEZ

DIRECTOR DE TESIS:

DR. SALVADOR VILLALPANDO CARRIÓN

TUTOR:

DRA. MARÍA TERESA VALADEZ REYES



Ciudad de México, Febrero 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

A Dios por darme la vida, la salud y la oportunidad de hacer realidad este sueño.

A mi familia por brindarme apoyo incondicional,

A mis profesores por todas sus enseñanzas,

A los pacientes del HIM porque sus sonrisas
fueron como un bálsamo de vida en estos años.

INDICE

1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. MARCO TEÓRICO	3
4. ANTECEDENTES.....	15
5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
6. PREGUNTA DE INVESTIGACION	17
7. JUSTIFICACION	18
8. OBJETIVO	19
9. METODOLOGÍA	20
10. PLAN DE ANALISIS ESTADISTICO	21
11. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES.....	21
12. RESULTADOS.....	22
13. DISCUSIÓN	30
14. CONCLUSIONES.....	32
15. LIMITACIONES DEL ESTUDIO	33
16. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	34
17. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35

RESUMEN

La Arteria Mesentérica Superior (AMS) suministra el flujo sanguíneo al intestino desde la parte inferior del duodeno hasta dos tercios del colon transverso. En condiciones normales, el flujo sanguíneo de cada región del tubo digestivo y también de cada capa de la pared es directamente proporcional al grado de actividad local, se ha demostrado la respuesta del flujo sanguíneo de la Arteria Mesentérica Superior al contenido de energía de los alimentos.

En el presente estudio se utilizó ecografía doppler para evaluar los efectos que produce la alimentación sobre la arteria mesentérica superior en 9 pacientes con diagnóstico de cardiopatía congénita ya intervenidos quirúrgicamente, con estabilidad hemodinámica y ventilatoria. Los parámetros doppler de índice de resistencia, velocidad sistólica máxima, velocidad diastólica final, se determinaron en tres diferentes momentos; 5 minutos pre prandial, a los 10 minutos y 30 minutos después de la alimentación previamente determinada por el servicio tratante. Todos los parámetros se compararon significativamente con la línea de base a los 10 minutos y 30 minutos posteriores a la alimentación. Encontrándose un aumento del índice de resistencia de la Arteria mesentérica superior a diferencia de lo reportado en la literatura. Además se determinaron las proporciones de nutrientes a las cuales la arteria mesentérica superior presenta menor resistencia de flujo siendo estas: Carbohidratos: 60%, Lípidos: 35-44%, Proteínas: 15%.

Entre las ventajas del método son la no invasividad y la posibilidad de realizar estudio dinámico sobre todo en los pacientes en estado crítico para valorar la seguridad de la continuación de la alimentación aún sin la presencia de manifestaciones específicas de isquemia intestinal.

INTRODUCCIÓN

Las vísceras e hígado reciben alrededor de 30% del gasto cardíaco a través del tronco celiaco y las arterias mesentéricas superior e inferior. El flujo sanguíneo intestinal postprandial está regulado por la dieta y sustancias vasoactivas que interactúan con el endotelio para modular el diámetro vascular, resistencia, y el flujo de sangre mesentérico.

La velocidad del flujo sanguíneo de la Arteria Mesentérica Superior (AMS) puede ser dependiente de los cambios en la hemodinámica central y la resistencia periférica, lo que ha sido documentado en los estudios en casos de hipotensión, medicación y estado postprandial.

La ingestión de alimentos aumenta la frecuencia cardíaca, mientras que la presión de la sangre se mantiene estable. No está claro, sin embargo, si los aumentos del gasto cardíaco contribuyen al aumento de flujo de sangre esplácnico. La respuesta del flujo de sangre a los órganos esplácnicos empieza a aumentar antes de que el quimo digestivo alcance los órganos correspondientes. El paso de alimentos a través del píloro podría ser el detonante creciente del flujo sanguíneo de la AMS.

Debido a su tamaño y posición anatómica, la arteria mesentérica superior es accesible al ultrasonido Doppler, estudios clínicos han documentado una alta sensibilidad y especificidad del Ultrasonido Doppler en la detección de enfermedad en las arterias esplácnicas. Este método ha ganado amplia aceptación como una herramienta fiable en muchos lechos vasculares.

Estudios en niños y adultos demuestran que la ecografía doppler puede proporcionar un medio no invasivo de estudio de la reactividad de la circulación arterial esplácnica a diferentes estímulos.

Se debe tener en cuenta que los mecanismos que subyacen las respuestas de la AMS a menudo son complejos, lo que hace difícil la interpretación.

MARCO TEORICO

ANATOMÍA DE LA ARTERIA MESENTÉRICA SUPERIOR (AMS).

Origen: La arteria mesentérica superior se origina de la cara anterior de la aorta abdominal, a 2 cms, por debajo del tronco celíaco. Las disecciones, así como las arteriografías en el ser vivo, sitúan este origen entre los discos vertebrales T12, L1 y el borde superior de L2. Desde el comienzo es una arteria voluminosa: su calibre oscila entre 6 y 12mm en el adulto. (1) El ángulo que forma con su origen y el eje longitudinal de la aorta es menor a 90 grados, lo que permite capturar un importante caudal. (2)

Trayecto: Desde su origen se dirige verticalmente hacia abajo y adelante por detrás del páncreas. Luego pasa por delante de la porción horizontal del duodeno, penetra en la raíz del mesenterio y después en el propio mesenterio.

Terminación: Se sitúa en pleno mesenterio en contacto con el íleon, a unos 80 cm de la unión ileocecal. (1)

Distribución: El territorio de la arteria mesentérica superior desborda ampliamente al yeyuno y al íleon, irriga desde duodeno hasta colon derecho. (Figura 1) La AMS esta provista de poca circulación colateral y por ello una oclusión aguda en su tronco principal puede desencadenar necrosis en pocas horas o muerte. (2)

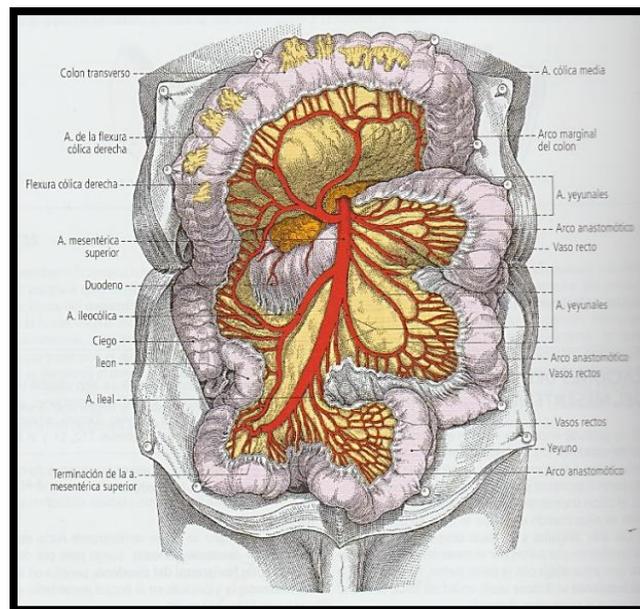


Figura 1. Arteria Mesentérica Superior. Vista de conjunto. Intestino delgado, En: Latarjet- Ruiz Liard, editores. Anatomía Humana. Vol 2. 4ta ed. Argentina: Médica Panamericana, 2009. p. 1448

CIRCULACIÓN GASTROINTESTINAL (ESPLÁCNICA)

El tubo digestivo es un órgano de gran superficie en el adulto (300 metros cuadrados), donde 250 corresponden al intestino delgado. El intestino recibe más de la mitad de la circulación esplácnica en proporcionalidad a su área, siendo el gradiente de flujo máximo en el duodeno y mínimo en el colon y por lo tanto consume más oxígeno. Nowiki en sus estudios sobre isquemia y enterocolitis divide la anatomía arterial intestinal en tres segmentos (basados en su función). El primer segmento inicia con los dos troncos mesentéricos (superior/inferior) hasta dar origen a pequeñas arterias mesentéricas penetrantes, este segmento finaliza en las ramas terminales de las arcadas de la arteria mesentérica para conducir el flujo a la pared intestinal. El segundo segmento empieza con las ramas terminales de la arcada mesentérica (arterias muy pequeñas de 200 micras= μm) que penetran la muscularis y desciende directamente a la submucosa. Cada arteria da origen a varias arteriolas 1A, las cuales cambian de dirección generando arteriolas 2A. Estos vasos permanecen en la submucosa interconectándose con vaso 1A, formando puentes o “shunts” arteriolar-arteriolar. La función del segundo segmento es servir de puente entre la macro y micro circulación, como una especie de colector de presiones.

El tercer segmento comienza con arteriolas 3A que descienden a la mucosa y vellosidades. A demás cada arteriola 3A regresa a la muscular a través de arteriolas 4A las mismas que van paralelas generando puentes entre las ramas 3A y 4A. Este segmento da origen a capilares, los mismos que son responsables en su porción terminal (circulación intestinal) del intercambio entre solutos y agua.(2) Figura 2.

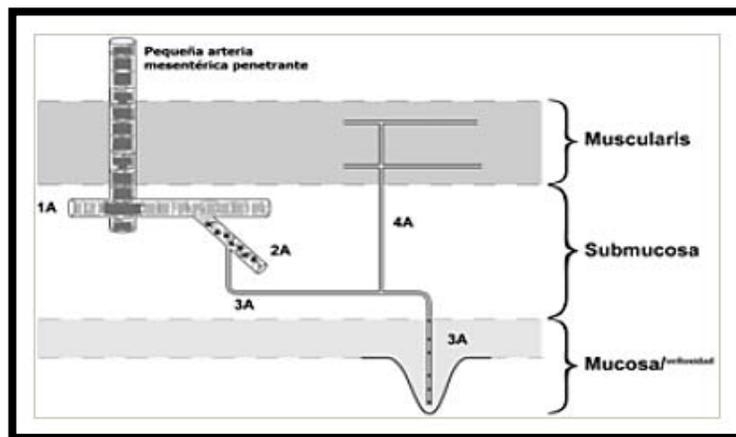


Figura 2. Representación esquemática de la microcirculación intestinal. 1A, 2A, 3A, 4A: Segmentos de arteriolas. Cáceres F.: Flujo mesentérico en un modelo experimental de enterocolitis necrotizante por isquemia – reperusión en ratas.

REGULACIÓN DEL FLUJO SANGUÍNEO INTESTINAL

Del flujo total que el intestino recibe en reposo el 60% ó 70% se dirige al epitelio (vellosidades), y el 40% se dirige a las criptas y células caliciformes. Cuando se eleva el flujo (estimulado por la ingestión de alimentos) se incrementa el volumen que va a la mucosa, hasta alcanzar el 70 ó 80% del total ocurriendo un robo de flujo de las capas más profundas, quizás esto explique en parte porque la autorregulación de este flujo es menos eficiente en el intestino que el riñón o en el cerebro. (2)

POSIBLES CAUSAS DEL AUMENTO DEL FLUJO SANGUÍNEO DURANTE LA ACTIVIDAD GASTROINTESTINAL.

Aunque no se han dilucidado por completo las causas precisas del aumento de la perfusión durante los periodos de mayor actividad gastrointestinal, sí se conocen algunos hechos. En primer lugar, durante el proceso de digestión, la mucosa del tubo digestivo libera varias sustancias vasodilatadoras. Casi todas ellas son hormonas peptídicas, entre las que se encuentran colecistocinina, el péptido intestinal vasoactivo, la gastrina y la secretina.

En segundo lugar, algunas de las glándulas gastrointestinales, al tiempo que liberan otras sustancias a la luz intestinal, también secretan dos cininas, la calidina y la bradicinina, hacia la pared del intestino. Estas cininas son vasodilatadores potentes y se cree que provocan gran parte del aumento de la vasodilatación mucosa que acompaña a la secreción.

En tercer lugar, la disminución de la concentración de oxígeno en la pared intestinal puede aumentar el flujo intestinal en el 50-100%; por tanto, es probable que el incremento del índice metabólico de la mucosa y de la pared durante la actividad intestinal reduzca la concentración de oxígeno en la medida suficiente como para provocar parte de la vasodilatación. La reducción de oxígeno puede incluso cuadruplicar la liberación de adenosina, un vasodilatador muy conocido que podría explicar gran parte del aumento del riego. Así pues, el incremento del flujo sanguíneo durante las fases de mayor actividad gastrointestinal quizá se deba a una combinación de muchos de los factores señalados, junto con otros aún desconocidos. (3)

EFFECTOS DE LOS ALIMENTOS EN EL FLUJO SANGUÍNEO INTESTINAL.

La alimentación enteral estimula la motilidad intestinal y la liberación a la circulación de sustancias vasoactivas. La actividad motora dependerá del tipo de péptidos intestinales y el tipo de alimentación enteral. Es probable que, con el aumento de las concentraciones plasmáticas de péptidos y la actividad motora ocurra una caída acompañante de la resistencia vascular y aumento del flujo sanguíneo intestinal.

El riego de las capas musculares de la pared intestinal aumenta cuando lo hace la actividad motora del intestino. Por ejemplo, después de una comida, se incrementan las actividades motoras, secretoras y de absorción, por lo tanto el flujo sanguíneo aumenta y recupera sus valores de reposo a las 2 a 4 horas, durante la absorción activa de nutrientes, el flujo sanguíneo de las vellosidades y de las regiones adyacentes de la submucosa se multiplica incluso por ocho. (3)

Qamar et al reportan que la respuesta del flujo sanguíneo de la arteria mesentérica superior difiere dependiendo del contenido calórico de la comida (carbohidratos, grasas, proteínas). (4) Los hidratos de carbono aumentan rápidamente el flujo sanguíneo a la AMS en comparación con las grasas que se acompañan de un inicio lento y disminución prolongada de la resistencia vascular en la AMS.

Ciertos azúcares en las fórmulas infantiles pueden tener efectos adversos sobre el flujo sanguíneo de Arteria Mesentérica Superior, especialmente en los pacientes en situación de riesgo. La lactosa es el principal hidrato de carbono en la leche humana y de las fórmulas a base de leche de vaca. (5) El uso de fórmulas para lactantes libres de lactosa ha aumentado, sin embargo los estudios clínicos de su impacto sobre el crecimiento, la seguridad y la tolerancia gastrointestinal en lactantes son limitadas.(6)Estudios en animales utilizando la fórmula infantil sin lactosa (maltodextrinas) vrs fórmula que contiene lactosa, demostraron que la unión de leucocitos se asoció exclusivamente con fórmula sin lactosa. (5)

FISIOLOGÍA Y REGULACIÓN DEL FLUJO INTESTINAL EN PRESENCIA DE CHOQUE CARDIOGÉNICO

El choque cardiogénico se caracteriza por una disminución del gasto cardíaco en presencia de volumen intravascular adecuado asociado con una perfusión tisular inadecuada incluyendo una reducción fisiológica en el territorio esplácnico. Puede ocurrir en forma aislada como reflejo de la patología cardíaca, o puede ser parte de un síndrome de shock con la participación de otros mecanismos patogénicos. Las guías internacionales recomiendan un uso prudente de la nutrición enteral dentro de las 72 horas después de choque cardiogénico (7).

La regulación del flujo y la resistencia se modifica también en las arteriolas 1A y 2A, a nivel de la submucosa. Los estímulos de daño sobre la luz intestinal (toxinas o agentes infecciosos), no están en contacto directo con estos sitios donde se regula la resistencia. La distancia entre la submucosa y la base de la vellosidad es de 500µm, una distancia que permite la difusión pasiva intersticial en ausencia de un daño extenso de la mucosa. Los agentes mediadores de la inflamación sin embargo pueden alterar la perfusión y permitir el ingreso a la mucosa y submucosa de agentes externos favoreciendo la lesión epitelial. (2)

CONSECUENCIAS DE LA ALIMENTACIÓN Y LA INSUFICIENCIA CIRCULATORIA EN LA CIRCULACIÓN ESPLÁCNICA.

La respuesta normal a la alimentación es compleja, incluyendo vasodilatación de las arterias mesentéricas, y una disminución de la resistencia periférica, uno de los componentes de esta adaptación hemodinámica a la alimentación es un aumento en el consumo local de oxígeno, lo que puede disminuir la entrega de oxígeno a los órganos vitales. En sujetos sanos, la alimentación enteral induce aumentos en los parámetros de flujo de la arteria mesentérica superior; en pacientes gravemente enfermos con insuficiencia cardíaca, esta respuesta puede ser agravada por una disponibilidad de oxígeno insuficiente a los tejidos y órganos.

Durante el bajo gasto cardíaco, la disponibilidad de oxígeno esplácnico se reduce, mientras que la extracción esplácnica se mantiene; por lo tanto, la extracción de oxígeno

esplácnica es alta. Este es uno de los factores que explican la alta tasa de complicaciones gastrointestinales en este grupo de pacientes. Las complicaciones gastrointestinales y la isquemia intestinal particularmente, son una amenaza grave después de la Cirugía Cardiovascular. De hecho, este tipo de cirugía incluye períodos de pinzamiento aórtico y del flujo sanguíneo no pulsátil, que afectan los patrones de perfusión sistémica y regional. La nutrición enteral es posible durante la primera semana del postoperatorio, e incluso ya después de 24 horas, en los pacientes con insuficiencia circulatoria aguda grave bajo la supervisión abdominal cuidadosa. (7)

La circulación esplácnica está en estrecha interacción con la hemodinámica sistémica en condiciones normales. En el paciente crítico en riesgo de insuficiencia orgánica múltiple, hay una interacción compleja y poco comprendida entre el flujo sanguíneo esplácnico, demandas metabólicas de los tejidos, los mediadores de la inflamación y vasoregulación. La fisiopatología del flujo sanguíneo esplácnico e inadecuada perfusión tisular esplácnica es multifactorial.

En los estados de bajo flujo (por ejemplo, choque cardiogénico) e hipovolemia (sin lesión grave o sepsis), el flujo sanguíneo esplácnico disminuye sin mayores cambios en la demanda metabólica esplácnica. Una vez que la vasoconstricción esplácnica se desarrolla en respuesta a la hipovolemia, la recuperación del flujo sanguíneo será prolongada: el aumento de la resistencia vascular esplácnica y reducción del flujo sanguíneo persiste después de que el volumen de sangre circulante ha sido restaurado y la hemodinámica sistémica se ha estabilizado. El tiempo de tolerancia para la hipoperfusión esplácnica no ha sido bien definido. La hipovolemia prolongada o bajo gasto cardíaco, inevitablemente dará lugar a la hipoxia tisular esplácnica, un bajo flujo sanguíneo esplácnico desarrollado lentamente es mejor tolerado que una reducción aguda. (8)

La mayoría de los pacientes de cirugía cardíaca son capaces de reanudar la alimentación por vía oral en las primeras horas después de la cirugía, pero en algunos de estos pacientes, el curso postoperatorio se complica por el fracaso hemodinámico. Los pacientes con compromiso hemodinámico son frecuentemente hipercatabólicos e incapaces de ingerir alimentos durante varios días, lo que conduce a un déficit de energía y un riesgo de desnutrición, datos recientes sugieren que la nutrición enteral precoz

después de la cirugía cardíaca en pacientes con insuficiencia hemodinámica puede ser eficaz y seguro, incluso en aquellos con compromiso circulatorio grave.

Actualmente la indicación de soporte nutricional enteral precoz en el paciente crítico con inestabilidad hemodinámica es controvertida. Existe evidencia procedente de estudios experimentales en animales y de estudios observacionales en humanos (la mayor parte de ellos en post operados de cirugía cardíaca) que permite plantear la hipótesis sobre su efecto beneficioso, tolerancia y seguridad.

ISQUEMIA MESENTÉRICA NO OCLUSIVA

La isquemia mesentérica no oclusiva es responsable del 20-30% de los episodios de isquemia mesentérica aguda y surge como consecuencia de la vasoconstricción esplácnica debida al efecto de sustancias vasoactivas liberadas en respuesta a una situación de bajo gasto. Puede aparecer en el curso evolutivo del shock, insuficiencia cardíaca, sepsis, arritmias, infarto agudo de miocardio, insuficiencia renal y cirugía cardíaca o abdominal mayor. En todas estas circunstancias, el organismo libera sustancias vasoactivas, como la endotelina, que provocan una intensa vasoconstricción en el territorio esplácnico, con el propósito de desviar la sangre hacia otros órganos vitales como el corazón, el cerebro o el riñón. Esta «autotransfusión» deja al intestino transitoriamente privado del flujo vascular ocasionando hipoxia tisular e incluso infarto. El clínico debe conocer que esta complicación puede no ser inmediata y aparecer horas, o incluso días, después de haber desaparecido el factor causal. (9)

ECOGRAFÍA DOPPLER ABDOMINAL

El principio de la ecografía doppler es el análisis del cambio en las ondas sónicas reflejadas (ecos) por estructuras en movimiento. Su mayor utilidad consiste en la evaluación de los vasos con muy alta velocidad.

El doppler color bidireccional es una variante del doppler pulsado y está basado en los cambios de velocidad de las células sanguíneas. Analiza velocidad y dirección; los representa en un código bicromático (rojo y azul). Cuando se acerca a la sonda (positivo) será codificado en rojo y el que se aleje (negativo) en azul. (10) (Figura 3)

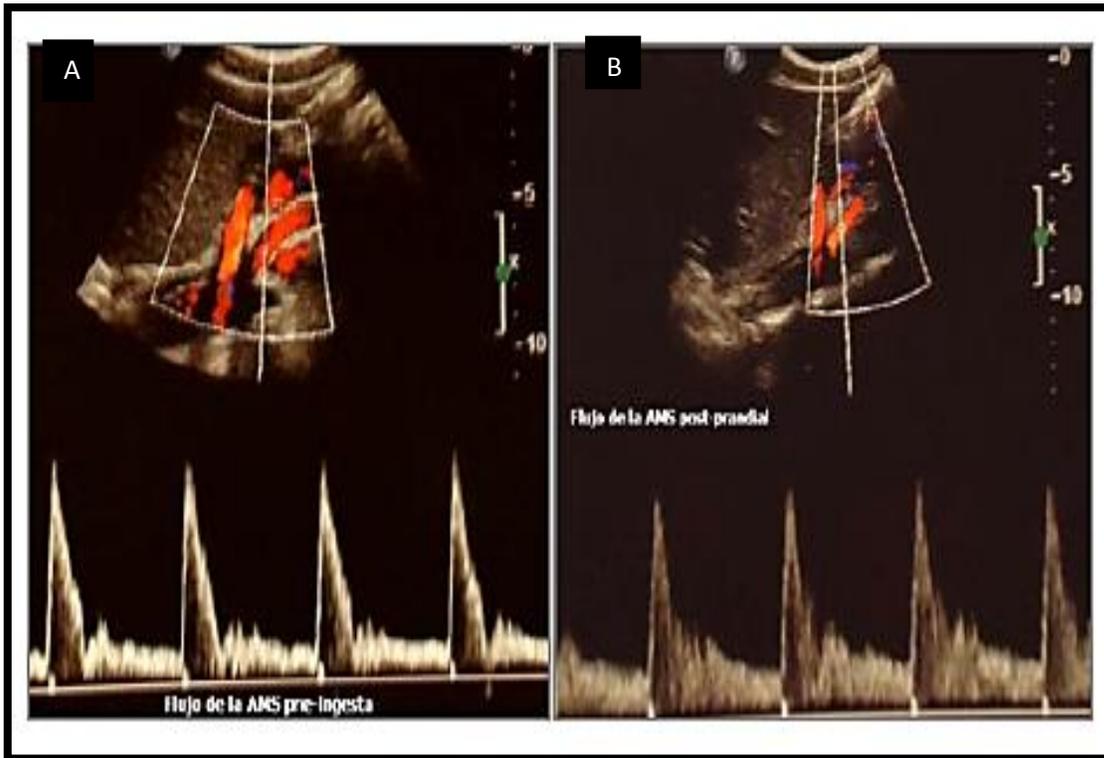


Figura 3: Características doppler de la arteria mesentérica superior (AMS) A. Flujo pre prandial. B. Post prandial.
 Cáceres F.: Flujo mesentérico en un modelo experimental de enterocolitis necrotizante por isquemia – reperusión en ratas.
 Tesis doctoral

FLUJOMETRÍA DOPPLER

Permite medir diferentes velocidades del flujo. Se debe identificar selectivamente un vaso y utilizar escalas de velocidades altas entre 30 y 50 centímetros (cm). El ángulo de insonación debe ser inferior a 45 grados y obtener tres ondas de similares características. En cuanto a los parámetros utilizados en la práctica clínica para valorar la resistencia vascular se toma en cuenta: el índice de resistencia y sístole/diástole. Además otros parámetros como la velocidad sistólica máxima y el flujo diastólico. (11)

Índice de Resistencia (IR): Conocido como índice de Pourcelot, se define como la velocidad sistólica máxima (S) menos la velocidad diastólica final (D) sobre la velocidad sistólica (S). Este índice tiene la ventaja de ser independiente del ángulo de insonación y la sección del vaso estudiado. Velocidad sistólica máxima (VSM): Es el pico máximo de la velocidad sistólica (10)

ECOGRAFÍA DÚPLEX PARA LA EVALUACIÓN DE LA CIRCULACIÓN MESENTÉRICA

En los adultos sanos, el flujo medio de sangre de la AMS es de aproximadamente 500 ml/min, independientemente de la edad o el sexo. En los recién nacidos, el flujo sanguíneo de la AMS es aproximadamente de 40mlkgmin.

La ingesta de alimentos es el primer estímulo fisiológico aplicado para poner a prueba las respuestas de la AMS mediante Ultrasonido Doppler (UD). Se ha demostrado que todos los tipos de alimentos (hidratos de carbono, grasas, proteínas) producen aumentos en la velocidad de sangre y el diámetro de la arteria y, como consecuencia, se incrementa el flujo sanguíneo de la AMS.

El flujo de la AMS también depende del ayuno o de la ingesta alimenticia. En ayuno el flujo presenta una alta resistencia vascular con un flujo diastólico bajo. En fase post prandial la resistencia se reduce y se observa un incremento del flujo diastólico (ensanchamiento de la curva Doppler) y de la velocidad sistólica máxima. (12)

UTILIDAD DE LA ECOGRAFÍA DOPPLER DE LA ARTERIA MESENTÉRICA SUPERIOR (AMS)

La ecografía dúplex (DU) se reconoce como una valiosa herramienta para la evaluación del flujo sanguíneo en muchos territorios vasculares, (12)proporciona una técnica no invasiva que puede usarse fácilmente para medir la velocidad del flujo sanguíneo intestinal. Se utiliza para evaluar los cambios en el flujo de sangre postprandial, que se cree reflejan la función endotelial, normalmente la velocidad de flujo de la AMS aumenta y alcanza el máximo 30 minutos postprandial seguidos por un retorno a los valores basales en 2-3 horas. (5)

La técnica de escaneo Doppler permite localización precisa de un volumen definido dentro de la arteria mesentérica superior. (4) Estudios en neonatos concluyen que la primera exposición de los bebés prematuros a un pequeño volumen de leche se asocian con cambio postprandiales en la velocidad del flujo de sangre en las arterias mesentérica superior y celíaca, aunque el mecanismo de esta respuesta es incierto. (13)La respuesta del pico de flujo sanguíneo de la AMS a la alimentación se ha

documentado, la fase inicial es desconocida. (5) En consecuencia la respuesta hemodinámica a la primera alimentación enteral podría ser utilizada para predecir si los lactantes de alto riesgo podrían tolerar la alimentación enteral. (13)

TECNICA DE MEDICIÓN DE LA ARTERIA MESENTÉRICA SUPERIOR (AMS)

En la práctica, la AMS se visualiza de manera óptima con una sonda 2-3 MHz en lugar de una sonda 7.5-10 MHz comúnmente utilizada para las arterias superficiales. Este método proporciona un fácil reconocimiento de la velocidad y la dirección del flujo sanguíneo. Se debe posicionar el transductor justo debajo de la apófisis xifoides y dirigir un poco hacia la izquierda permite la visualización de la aorta abdominal superior. Escaneando hacia abajo el procesador muestra la Arteria Celíaca y AMS. Estos Vasos suelen estar separados por 1-1.5cms, pero existe un tronco común en 1-3% de la población. Las formas de onda Doppler reflejadas a partir de estos dos vasos espláncnicos difieren en consecuencia a la resistencia vascular periférica de los órganos dependientes. El tronco celíaco produce una onda bifásica con una alta velocidad diastólica.

En sujetos en ayunas, una alta resistencia vascular en la AMS conduce a una forma de onda trifásica con una velocidad negativa al comienzo de la fase diastólica, y la velocidad diastólica final de la AMS disminuye a cero. Las variables que intervienen en la determinación del flujo Doppler de la mesentérica superior pueden ser operador o sujeto-dependiente. El primer grupo abarca parámetros ajustables por el usuario, como tamaño de muestra, potencia de transmisión, filtrado y el ángulo de insonación. En manos experimentadas estos factores no deben dar lugar a errores significativos. Los factores sujetos dependientes más importantes son el estado funcional del intestino, medicamentos, cambios en la hemodinámica central, estado físico y emocional.

Se han propuesto varios índices Doppler derivados para describir resistencia arterial regional, de los cuales los índices de pulsatilidad y de resistividad son los más utilizados, el índice de pulsatilidad es más sensible a los cambios hemodinámicos, los índices de resistividad son influenciadas por los cambios tanto en la impedancia periférica y la hemodinámica central, el reconocimiento de las respuestas mesentéricas periféricas se refleja mejor por los cambios en las velocidades diastólicas. La alta resistencia en la AMS genera muy baja velocidad diastólica. Con una comida de prueba reduce la

resistencia, lo que eleva la velocidad diastólica, y mejora la capacidad del Ultrasonido doppler para detectar aumentos del tono arterial en respuesta a estímulos vasoconstrictores. (12)

APOYO NUTRICIONAL PERIOPERATORIO DEL LACTANTE CON CARDIOPATÍA CONGÉNITA

Las Cardiopatías Congénitas son malformaciones frecuentes en la infancia con una incidencia elevada. Las leves cursan con un crecimiento y desarrollo normal pero las críticas presentan grave repercusión hemodinámica y mayor afectación del estado nutricional. La cirugía correctiva o paliativa del defecto es el modo más eficiente de mejorar el estado nutricional de estos niños, ya que se eliminan los factores hemodinámicos que contribuyen a la malnutrición.

Tanto en el pre como en el postoperatorio la realimentación rápida coloca al paciente en riesgo de descompensación cardíaca, por lo que debemos evitar la hiperalimentación ya que el aumento de la oferta proteico-energética no revierte el estrés metabólico, por el contrario, aumenta las demandas metabólicas. Por tanto, deberán evitarse tanto los riesgos de la hiperalimentación como de la alimentación insuficiente. (15)

La National Research Council, recomienda un aporte calórico diario de 108 – 117cal/kg/día y proteico de 2,2 g/kg/día, asegurando de esta forma una ganancia de peso (20 -30 g/ día), y talla adecuados. El manejo nutricional de los niños cardiopatas es un desafío, debido a que no existen recomendaciones calóricas diarias para niños con malnutrición asociada a Cardiopatía congénita; consta de un adecuado aporte calórico-proteico, restricción necesaria de sodio y fluidos cuando este indicado, y del suplemento de vitaminas y minerales tomando especial interés en el aporte de hierro y calcio (14) . Las estrategias actuales incluyen facilitar un adecuado “catch up” de crecimiento aumentando la cantidad de calorías en la dieta, tanto como hasta tres veces el metabolismo basal (220 cal/kg/día o 2,500 cal/m² SC/día en niños mayores) y las proteínas (hasta 4 g/kg/día) (15).

VÍA DE ALIMENTACIÓN

Existen muchas razones por las cuales debe preferirse el tubo digestivo como la primera vía que ha de utilizarse (16). Entre ellos destacan: prevenir y evitar la pérdida de masa corporal, fortalecer la respuesta inmune, disminuir y mejorar la retención nitrogenada, conservar la función e integridad de la mucosa intestinal evitando el sobrecrecimiento bacteriano, proporcionando un adecuado suplemento de nutrientes, atenuar la acidez gástrica y disminuir el riesgo de úlceras por estrés. La vía oral debe considerarse de elección cuando el estado hemodinámico del paciente lo tolere, de otro modo, estaría indicada la nutrición enteral con sonda, manteniendo siempre algún aporte por vía oral. (17-18).

ADMINISTRACIÓN DE LA ALIMENTACIÓN

La alimentación más fisiológica es la que se administra en bolos de 4 a 8 tomas por día dependiendo de la edad (16), sin embargo el estado clínico tiene que ser tomado en cuenta. La pobre tolerancia a la alimentación por bolos, puede ser cambiada a una alimentación continua con bomba de nutrición. (19).

ANTECEDENTES

La ecuación de Poiseuille evidencia que el principal factor regulador del flujo en un vaso es el radio, pues el único factor no lineal. Al examinar esta ecuación se observa que el radio es el responsable de la resistencia al flujo de sangre, porque la resistencia varía inversamente a la cuarta potencia del radio.

El primero en medir el flujo de la sangre en el intestino fue Mall en 1888. A partir de su investigación en perros se conoce que el flujo gastrointestinal guarda más relación con la intensidad de la función que con el soporte vital del mismo (20).

Existe un creciente interés por investigar como los hidratos de carbono de la dieta pueden afectar a la salud y la función vascular en niños mayores y adultos. Sin embargo, poco se sabe acerca de cómo los azúcares contenidos en las fórmulas lácteas pueden afectar el flujo sanguíneo mesentérico.

En el primer estudio que describe los posibles efectos de los carbohidratos en el flujo de la Arteria Mesentérica Superior, Brundin y Wahren comprobaron que la ingesta de fructosa en adultos conduce a una hiperemia postprandial disminuida en la Arteria Mesentérica Superior. Con posterioridad a ese informe, Qamar et al mostraron en adultos que la glucosa provocó una respuesta de hiperemia una hora postprandial. Mattioli et al por primera vez tuvieron evidencia microscópica de adherencia de leucocitos a la superficie endotelial de vénulas mesentéricas en ratas después de la ingesta de fructosa.

Una preponderancia de estudios demuestran que el consumo agudo de azúcares tales como glucosa, fructosa o sacarosa se asocia con un aumento de expresión de marcadores proinflamatorios sistémicos y moléculas oxidativas. (5)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

No hay datos en la literatura que reflejen la respuesta post prandial del flujo de la Arteria Mesentérica Superior en lactantes con cardiopatía congénita, por lo que no se han determinado las características de la alimentación que pueda favorecer la perfusión esplácnica.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo se modifica el flujo post prandial de la Arteria Mesentérica Superior en pacientes con cardiopatía congénita en el Hospital Infantil de México Federico Gómez?

JUSTIFICACIÓN

En la literatura no hay consenso sobre el impacto de la alimentación enteral en el flujo sanguíneo intestinal en pacientes cardiopatas.

En la literatura mexicana no se encuentran estudios que describan las modificaciones que sufre la Arteria Mesentérica Superior posterior a la alimentación sobre todo en niños con cardiopatía.

OBJETIVO

Describir los cambios post prandiales de Índice de Resistencia, velocidad sistólica y velocidad diastólica de la arteria mesentérica superior en pacientes con cardiopatía congénita atendidos en el Hospital Infantil de México Federico Gómez.

METODOLOGÍA

Diseño del Estudio: Observacional, Descriptivo

Lugar del estudio: Hospital Infantil de México Federico Gómez, México D.F.

Muestra del Estudio: Lactantes post operados de cirugía cardiovascular que cumplieron con los criterios de selección

Criterios de Selección:

- Adecuada tolerancia a la alimentación
- Estabilidad hemodinámica y ventilatoria durante al menos 12 horas previas al estudio.

Criterios de Exclusión:

- Presencia de signos de respuesta inflamatoria sistémica.
- Dificultades técnicas (ascitis, distensión de asas intestinales, pacientes irritables, dermatitis en región abdominal)
- Patología gastrointestinal reciente (vómito, diarrea)
- Cirugía gastrointestinal previa

Retiro de los sujetos de estudio

- Presencia de descompensación hemodinámica, ventilatoria o afección gastrointestinal durante la realización del estudio.

Técnica de muestreo: No probabilística. Selección por conveniencia

PLAN DE ANALISIS ESTADÍSTICO

Se incluyó: sexo, edad, tipo de cardiopatía, estado nutricional, tipo de alimentación, estado hemodinámico y ventilatorio. En todos los pacientes se realizó ultrasonido Doppler de la AMS en fase preprandial luego se proporcionó la alimentación indicada por el servicio tratante, y se realiza segundo estudio Doppler a los 10 minutos y el tercer ultrasonido doppler a los 30 minutos post prandiales. Los estudios fueron realizados por un único operador, equipo SIEMENS, modelo ACUSON Antares, transductor 2-6 MHz, ángulo de insonación de 45 grados.

NATURALEZA DEL ESTUDIO: Estudio sin riesgo. La realización de Ultrasonido doppler no representa peligro para la salud de los pacientes.

DESCRIPCIÓN DE VARIABLES. Tabla 1

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo de variable
Edad	Edad desde nacimiento hasta la fecha del estudio	Número de meses	Cuantitativa discreta
Diagnósticos	Enfermedades o padecimientos	Descripción	Cualitativa
Sexo	Características físicas	M=Masculino F=Femenino	Nominal
Peso (Kg)	Medición de peso	Número Kg.	Cuantitativa continua
Talla (cms)	Medición de estatura	Número cms	Cuantitativa continua
P.E.	Índice peso para la talla	Porcentaje	Cuantitativa continua
T. E.	Índice talla para la edad	Porcentaje	Cuantitativa continua
P.T.	Índice peso la edad	Porcentaje	Cuantitativa continua
Vía de administración de fórmula	Administración vía oral o vía enteral	0= oral, 1= enteral	Cualitativa dicotómica
Fórmula con lactosa	Lactosa como Carbohidrato principal	0= ausencia, 1= presencia	Cualitativa dicotómica
Fórmula sin lactosa	Maltodextrina como Carbohidrato principal	0= ausencia, 1= presencia	Cualitativa dicotómica
Índice de Resistencia de la AMS	Unidades Wood	Descripción	Nominal
Velocidad sistólica de la AMS	cms/seg	Descripción	Nominal
Velocidad diastólica de la AMS	cms/seg	Descripción	Nominal

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS AL INGRESO DE LOS PACIENTES. (Tabla 2)

PACIENTE	EDAD MESES	SEXO	PESO	TALLA	PE	TE	PT	DIAGNOSTICO	TRATAMIENTO QUIRURGICO	TIEMPO POST QUIRURGICO	COMPLICACIONES POST QUIRÚRGICAS
1	24M	M	7.8	77.7	76.5	97	80	COMUNICACIÓN INTERVENTRICULAR	CIERRE DE CIV	15 DÍAS	NEUMONIA
2	17M	M	11.4	80	96.6	97	104.6	TETRALOGIA DE FALLOT	CORRECCION TOTAL	17 DÍAS	CHOQUE SEPTICO
3	7M	M	5.2	65.5	60	94	74	CONEXIÓN ANOMALA TOTAL DE VENAS PULMONARES	CORRECCION TOTAL	14 DÍAS	CHOQUE SEPTICO
4	25M	M	10	79	78	90	89	CANAL AURICULO VENTRICULAR	GLENN BIDIRECCIONAL	26 DÍAS	CHOQUE CARDIOGENICO
5	17M	F	3.9	58	36	73	75	CANAL AURICULO VENTRICULAR	CORRECCION TOTAL	24 DÍAS	SEPSIS
6	3M	M	3.1	51	49	84	82	PERSISTENCIA DEL CONDUCTO ARTERIOSO	CORRECCION TOTAL	30 DÍAS	NEUMONIA
7	9 M	F	6.5	71.8	69.4	99	73	ATRESIA TRICUSPIDEA	CERCLAJE DE LA ARTERIA PULMONAR	23 DÍAS	SEPSIS
8	35 M	F	13	97	85	98	88	COMUNICACIÓN INTERVENTRICULAR	CIERRE DE CIV CON PARCHES DE DACRON	5 MESES	CHOQUE CARDIOGENICO
9	17M	M	11	85.5	88.3	99	90.1	TETRALOGIA DE FALLOT	CORRECCIÓN TOTAL	15 DÍAS	CHOQUE SEPTICO

CARACTERÍSTICAS DE LA ALIMENTACIÓN ADMINISTRADA. (Tabla 3)

PACIENTE	TIPO DE FORMULA	VOLUME POR TOMA (ml)	TIEMPO DE ALIMENTACION (MINUTOS)	FORMA DE ALIMENTACION	TIEMPO DE ULTIMA INGESTA (HORAS)	KCAL/ TOMA DE FORMULA	KCAL /KG	COMPOSICIÓN ENERGÉTICA		
								PROTEINAS %	LIPIDOS %	CHO %
1	F. INICIO	200	120	SONDA NASOGÁSTRICA	6	250	32	15	35	50
2	F. SIN LACTOSA	170	120	SONDA NASOGÁSTRICA	6	167	15	60	33	7
3	F. INICIO	100	60	SONDA NASOGÁSTRICA	3	68	16	20	25	25
4	LECHE ENTERA	200	15	SUCCION	8	130	13	15	30	55
5	LECHE ENTERA	250	15	SUCCION	8	163	42	19	38	43
6	F. INICIO	75	10	SUCCION	3	67	22	7	47	46
7	F. CONTINUACIÓN	70	15	SUCCION	3	46	7	13	39	48
8	LECHE ENTERA	250	10	SUCCIÓN	8	163	42	19	38	43
9	F. SIN LACTOSA	140	120	SONDA NASOGÁTRICA	1	102	10	9	44	47

**COMPARACIÓN DE LAS MODIFICACIONES POST PRANDIALES DE LA ARTERIA
MESENTÉRICA SUPERIOR CON RESPECTO A LA
LÍNEA BASAL (PRE PRANDIAL).**

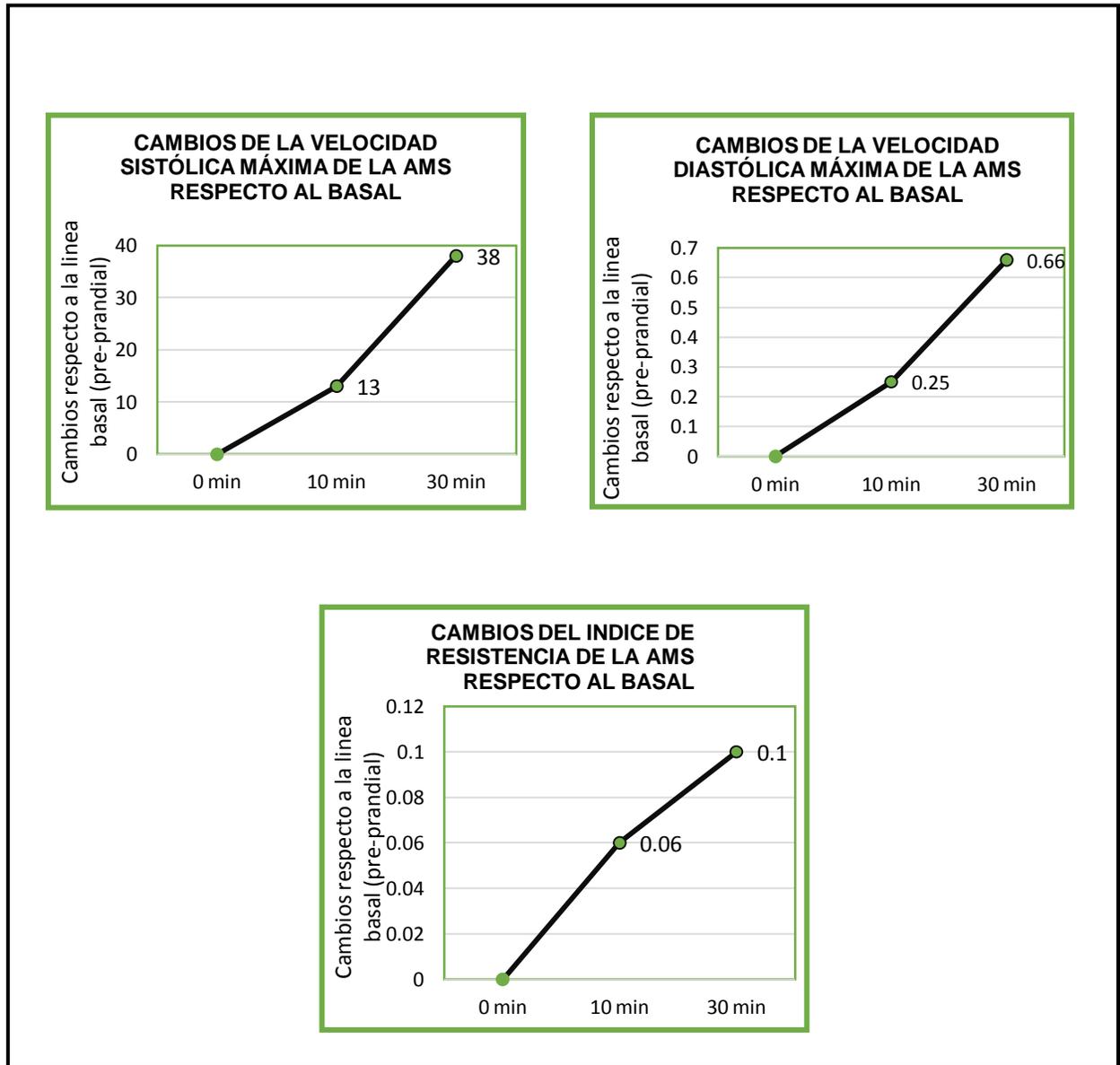


Figura 4.

A-Incremento en la velocidad sistólica máxima de la AMS con respecto a la línea basal (ultrasonido doppler preprandial).

B- Incremento de la velocidad diastólica máxima de la AMS con respecto a la línea basal.

C- Incremento en el índice de resistencia de la AMS con respecto a la basal (pre-prandial).

COMPARACIÓN DE LAS MODIFICACIONES POST PRANDIALES DEL INDICE DE RESISTENCIA DE LA ARTERIA MESENTÉRICA SUPERIOR CON RESPECTO A LA LÍNEA BASAL (PRE PRANDIAL).

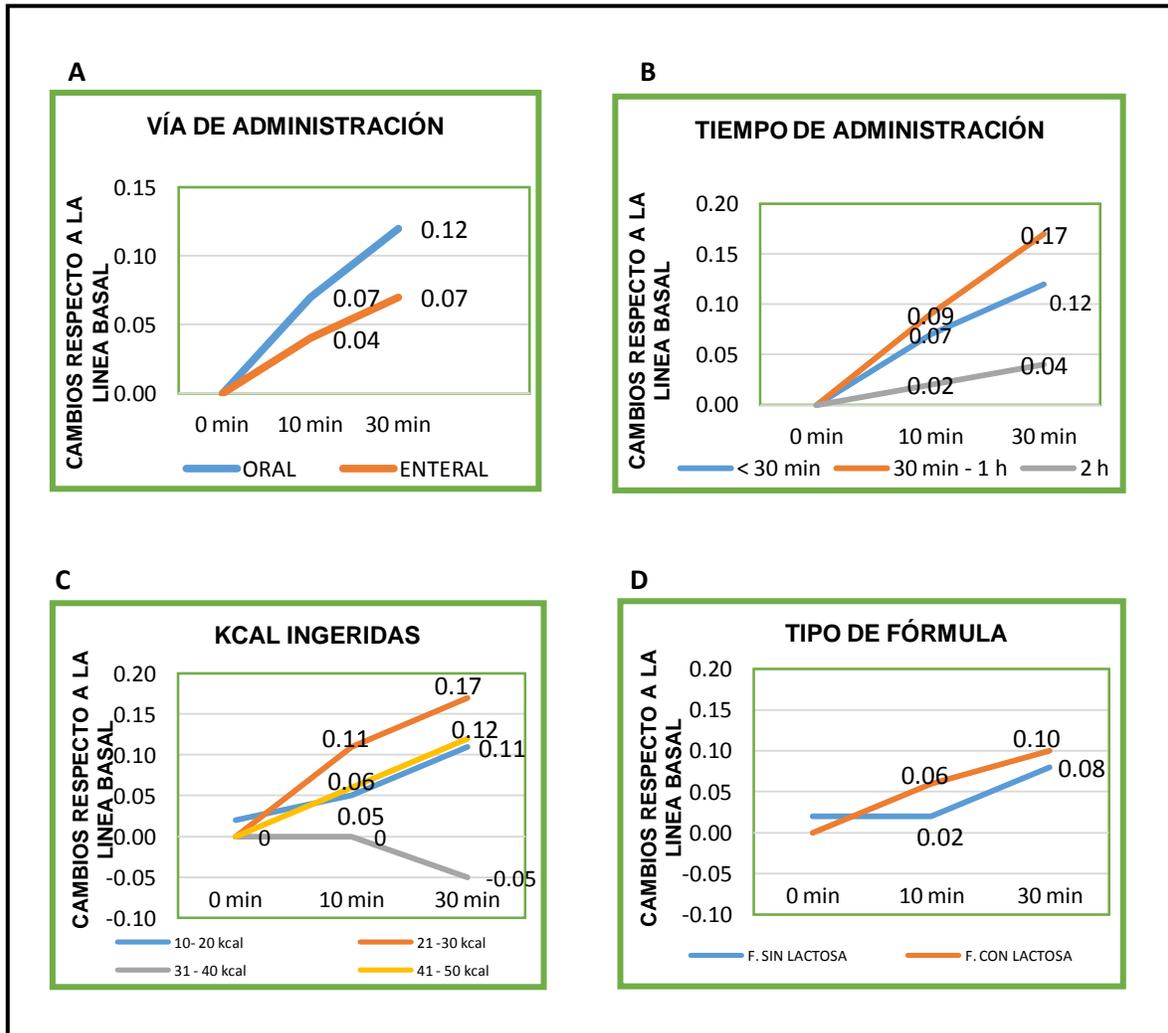


Figura 5. Modificaciones de la línea basal (pre-prandial) del Índice de Resistencia de la Arteria Mesentérica Superior con respecto al tiempo de administración de la fórmula (10 minutos, 30 minutos) en relación a ciertos estímulos.

- A- Vía de administración de la fórmula.
- B- Tiempo de administración de la fórmula.
- C- Kilocalorías ingeridas
- D- Tipo de fórmula ingerida

**COMPARACIÓN DE LAS MODIFICACIONES POST PRANDIALES DE LA ARTERIA
MESENTÉRICA SUPERIOR CON RESPECTO A LA
LÍNEA BASAL (PRE PRANDIAL) EN RELACIÓN A LA PROPORCIÓN DE
MACRONUTRIENTES INGERIDOS.**

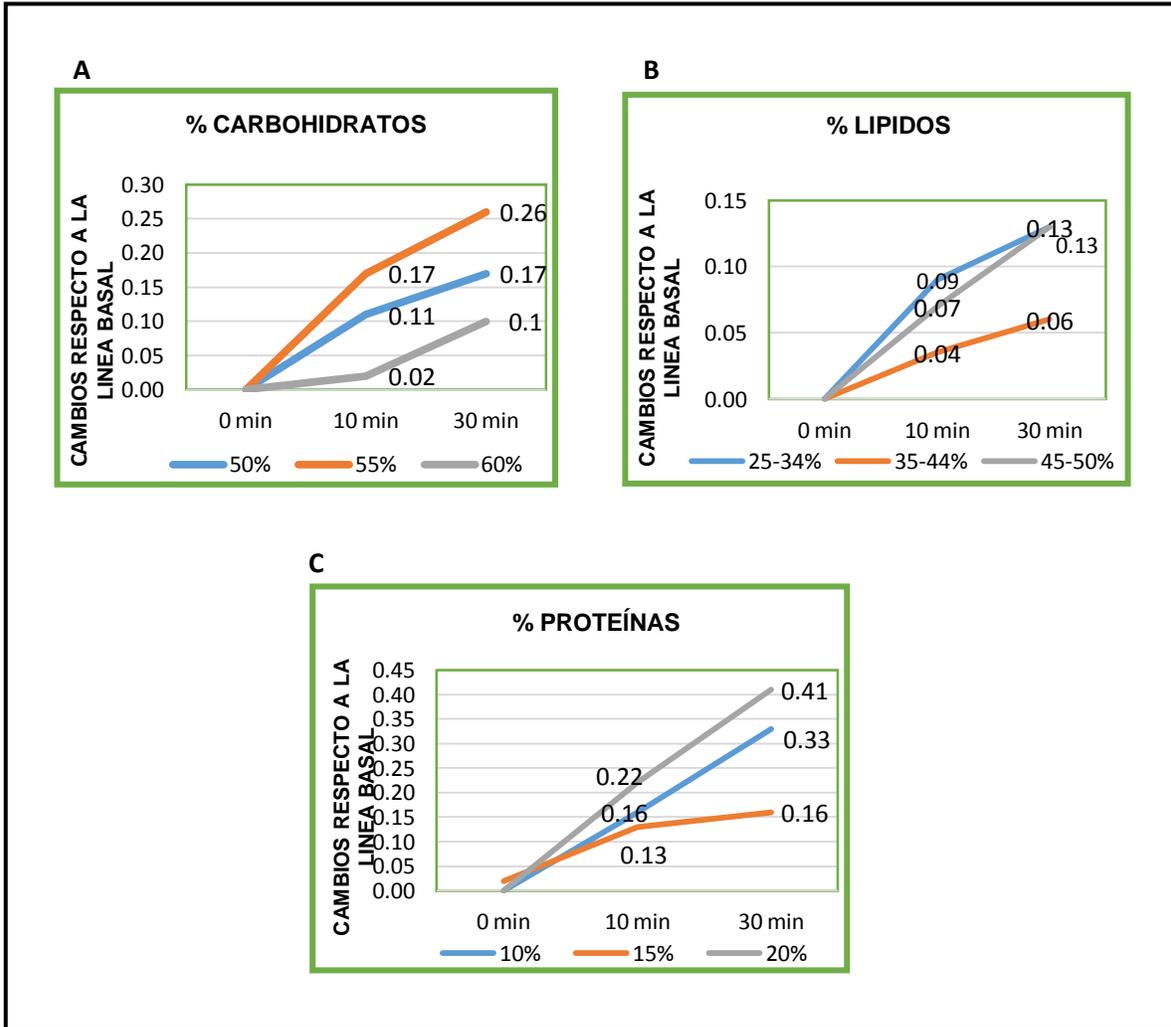


Figura 6. Modificaciones de la línea basal (pre-prandial) del Índice de Resistencia de la Arteria Mesentérica Superior con respecto a la proporción de macronutrientes.

- A- Carbohidratos
- B- Lípidos
- C- Proteínas

RESULTADOS

En el período comprendido entre Febrero - Mayo de 2015, se identificaron a 9 pacientes que cumplían con los criterios de selección. (Tablas 2 y 3). La media \pm DS de edad y peso (n=9) fue de 17.1 ± 9.9 meses y 7.98 ± 3.5 Kg, respectivamente. La relación masculino- femenino fue de 2:1. La media \pm DS del volumen de fórmula consumida fue de 161.6 ± 69.64 ml. Las cardiopatías identificadas con mayor frecuencia en los pacientes del estudio fueron Comunicación Interventricular (22%), Tetralogía de Fallot (22%), Canal Atrio ventricular (22%).

Figura 4. La línea sistólica de base (pre-prandial) se incrementó 22% y 63.5% a los 10 y 30 minutos post prandiales respectivamente. La línea diastólica de base (pre-prandial) se incrementó 1.7 % y 5 % a los 10 y 30 minutos post prandiales respectivamente. El Índice de Resistencia de base (pre-prandial) se incrementó 6.7% y 13.5% a los 10 y 30 minutos post prandiales respectivamente.

Tabla 4. Incrementos del Índice de Resistencia (IR) la Arteria Mesentérica Superior (AMS) con respecto a la vía de administración de fórmula.

Vía de Administración	US Doppler 10 minutos	US Doppler 30 minutos
Oral	9.5%	16.2%
Enteral	4%	8%

Tabla 5. Porcentaje de incremento del IR de la AMS en relación al tiempo de administración de fórmula.

Tiempo de administración	US Doppler	US Doppler
	10 minutos	30 minutos
< 30 minutos	9.5%	16.2%
30 min- 1 hora	14.5%	27.4%
2 horas	2.6%	5%

Tabla 6. Porcentaje de incremento de IR de la AMS con respecto contenido calórico de la fórmula

Kcal/kg	US Doppler	US Doppler
	10 minutos	30 minutos
10 - 20	2%	9.5%
21 - 30	15.7%	24.2%
31 - 40	0%	(-) 5.4%
41 - 50	7.8%	15.6%

Tabla 7. Porcentaje de incremento del IR de la AMS con respecto al tipo de fórmula.

Tipo de fórmula	US Doppler 10 minutos	US Doppler 30 minutos
Con lactosa	7.2%	13%
Sin lactosa	2.9%	10.4%

Tabla 8. Porcentaje de incremento del IR de la AMS con respecto al porcentaje de Macronutrientes de la ingesta

% Macronutrientes	Ultrasonido doppler 10 minutos	Ultrasonido doppler 30 minutos
10% Proteínas	22.8 %	47 %
15% Proteínas	16.2 %	20 %
20% Proteínas	30.5 %	57 %
25-34% Lípidos	13.2 %	19 %
35-44% Lípidos	5.3 %	8 %
45-50% Lípidos	9.3 %	17.3 %
50% Carbohidratos	13.4 %	20.7 %
55% Carbohidratos	25 %	38 %
60% Carbohidratos	3.3 %	17 %

DISCUSIÓN

Después de la ingesta de alimento la actividad del intestino aumenta notablemente para que la digestión se lleve a cabo. Asociado a este aumento en la actividad hay un aumento en el flujo sanguíneo, dependiendo de factores tales como contenido calórico y constitución de la comida. La presencia de alimentos en una sección del intestino produce un aumento del flujo de sangre a esa sección, pero todavía hay muchos aspectos de este proceso que no se entienden completamente.

Nuestro estudio toma los datos de 9 pacientes con diagnóstico de cardiopatía congénita con intervención quirúrgica, se evaluó la estabilidad hemodinámica y la tolerancia a la alimentación como parte de los criterios de inclusión.

Con el uso de un sistema doppler, es posible evaluar de forma no invasiva la dinámica del flujo de sangre en la arteria mesentérica superior. Los cambios máximos fueron comparados con los valores basales preprandiales. No hubo diferencias significativas entre los valores pre y postprandiales de la presión arterial, la frecuencia cardíaca, la saturación de oxígeno.

El índice de resistencia (IR) de la arteria mesentérica superior aumentó progresivamente sobre la línea de base. Normalmente el flujo sanguíneo mesentérico aumenta después de la ingestión de alimentos en respuesta al aumento de las necesidades metabólicas asociadas con la digestión, sin embargo nuestros resultados indican mayor resistencia del flujo de sangre a través de la arteria mesentérica superior dentro de los 10 minutos después de la alimentación. Este aumento se encontró que era mayor a los 30 minutos después de la ingesta, contrario a lo que refleja la literatura ya que en los estudios realizados se han excluido a pacientes cardiopatas.

La mediana de la velocidad pico sistólica (PSV) (59.6 cm/seg), la mediana de la velocidad pico diastólica (12cm/seg) antes de la alimentación en la arteria mesentérica superior las cuales aumentaron progresivamente y significativamente a los 30 minutos postprandiales fueron de (97.5cm/seg) y (12.6cm/seg) a los 30 minutos, respectivamente. A pesar de un aumento en el índice resistencia se documentó incremento del flujo esplácnico al demostrarse incremento de las velocidades sistólica y diastólica máximas sobre todo 30 minutos post prandiales, lo que sugiere mayor resistencia y dificultad al flujo sanguíneo esplácnico. No se encontraron correlaciones significativas entre el estado nutricional y el tipo de cardiopatía.

La influencia de diferentes cantidades de calorías, la calidad nutritiva, incluyendo el porcentaje de hidratos de carbono, proteínas y lípidos podrían determinar la reactividad de la arteria mesentérica superior, ya que las proporciones que presentaron menor resistencia de la AMS fueron: Carbohidratos: 60%, Lípidos: 35-44%, Proteínas: 15%.

Estos factores pueden no sólo influir en la respuesta de la circulación mesentérica, el momento de la hiperemia así como la duración de la hiperemia. El fallo cardiaco se asocia a un aumento de factores de inflamación los que aumentan la susceptibilidad a enfermedades con componente inflamatorio. En este tipo de paciente se debe establecer mayor vigilancia por el mayor riesgo de isquemia intestinal.

CONCLUSIONES

- 1- El Ultrasonido Doppler de la arteria mesentérica superior (AMS) puede ser usado para estudiar los cambios en el flujo post prandial en lactantes con cardiopatía, reflejando la función de endotelial.
- 2- El ultrasonido doppler es una herramienta informativa y fiable en el estudio del flujo de sangre en el sistema circulatorio portal, proporciona una técnica no invasiva para la investigación de cambios de adaptación en la circulación esplácnica, y, en particular, la respuesta a la alimentación.
- 3- Normalmente la ingesta de alimentos ocasiona disminución de la resistencia vascular lo cual no se reflejó en nuestro estudio.
- 4- La reactividad de la circulación arterial esplácnica a los estímulos alimentarios responde de manera diferente a lo esperado en un paciente sin cardiopatía
- 5- En los pacientes cardiópatas se debe hacer un seguimiento de la entrega diaria de energía y el equilibrio de macronutrientes, así como el seguimiento cuidadoso de las señales de isquemia intestinal.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Las principales limitaciones del presente estudio son:

1. Número limitado de pacientes
2. Falta de seguimiento, ya que se desconoce que pacientes pudieron llegar a presentar intolerancia a la alimentación, isquemia intestinal y el estudio doppler haya sido predictivo.

CRONOGRAMA

	Mayo 2014- Junio 2015	Oct 2014- Mayo 2015	Oct 2014- Junio 2015	Enero 2015- Junio 2015	Julio 2015
Revisión bibliográfica	X				
Inclusión de pacientes		X			
Creación base de datos			X		
Ejecución				X	
Análisis de Datos				X	
Documento Final					X

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1- Intestino delgado, En: Latarjet- Ruiz Liard, editores. Anatomía Humana. Vol 2. 4ta ed. Argentina: Médica Panamericana, 2009. p. 1447-1450.
- 2- Cáceres F.: Flujo mesentérico en un modelo experimental de enterocolitis necrotizante por isquemia – reperfusión en ratas. Tesis doctoral
<http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/2499/>
- 3- Principios generales de la función gastrointestinal, motilidad, control nervioso y circulación sanguínea. En: Guyton AC, Hall JE, editores. Tratado de Fisiología Médica. 11 va. Ed. Philadelphia, Elsevier Saunders, 2006. p. 77-79
- 4- Leidig E. Doppler analysis of superior mesenteric artery blood flow in preterm infants. Archives of Disease in Childhood. 1989;64(4 Spec No):476-480.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1592043/>
- 5- Schroeder V, Mattioli L., Kilkenny T, et al. Effects of Lactose- Containing vs Lactose-Free Infant Formula on Postprandial Superior Mesenteric Artery Flow In Term Infants. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition. Volume XX Number X. Month 2013 1-7.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23478266>
- 6- Someya N, Endo MY, Fakuba Y. et al. Blood flow responses responses in celiac and superior mesenteric arteries in the initial phase of digestion. Am J Physiol Regul Intefr Comp Physiol 294: R1790-R1796, 2008
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18385466>.
- 7- Flordelis Lasierra JL, Pérez-Vela JL , Montejo González JC.
La nutrición enteral en el paciente crítico hemodinámicamente inestable. Medicina Intensiva (Inglés Edition), Volumen 39, Número 1 , enero-febrero 2015 ,páginas 40-48. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0210569114000734>
- 8- Takala J. Determinants of splanchnic blood flow. Br J Anaesth 1997;77:50-8.
http://www.researchgate.net/profile/Jukka_Takala2/publication/14497980_Determinants_of_splanchnic_blood_flow/links/54633ea90cf2c0c6aec2296d.pdf
- 9- Montoro MA. Isquemia mesenterica no oclusiva. Unidad de Gastroenterología y Hepatología. Hospital San Jorge. Huesca. Departamento de Medicina y Psiquiatría. Universidad de Zaragoza <http://www.indogastro.org/downloads/26.isquemaintestinal>.
- 10- Hernández E. - Andrade. Ecografía bidimensional (2D) y Doppler: principios físicos y aspectos prácticos de utilización In: Gratacós E. GR, Romero R, Nicolaidis K, Cebero

- L, editor. Medicina Fetal Primera ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana 2007. P 32-33. <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/2499/>
- 11- Figueras F, Coll O, Eixarch E, Gratacós E. Evaluación del bienestar fetal: frecuencia cardíaca, perfil biofísico y Doppler. In Gratacós E, Gómez R, Romero R, editor. Medicina Fetal. Primera ed. Buenos Aires; 2007. P 59-62. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Figueras+F.+Coll+O%2C+Eixarch+E%2C>
- 12- Perko M. J.. Duplex Ultrasound for Assessment of Superior Mesenteric Artery Blood Flow. Eur J Vasc Endovasc Surg 21, 106-117 (2001) <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11237782>
- 13- Gladman G, Sims DG, Chiswick ML. Gastrointestinal blood flow velocity after the first feed. Archives of Disease in Childhood 1991; 66: 17-20. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1899988>
- 14- Velasco CA. Nutrición en el niño cardiópata. Colomb Med. 2007;38:50-5. <http://www.bioline.org.br/pdf?rc07022>
- 15- Forchielli ML, McColl R, Walker WA, Lo C. Children with congenital heart disease: a nutrition challenge. Nutr Rev. 1994;52:348-53. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7816352>
- 16- Shulman RJ, Phillips S. Enteral and parenteral nutrition. In: Lifschitz CH (ed.). Pediatric gastroenterology and nutrition in clinical practice. New York: Marcel Dekker, Inc.; 2002. p. 417-50. http://sisbib.unmsm.edu.pe/BvRevistas/Paediatria/v09_n2/pdf/a06v9n2.pdf
- 17- Briassoulis G, Tsorva A, Zavras N, Hatzis T. Influence of an aggressive early enteral nutrition protocol on nitrogen balance in critically ill children. J Nutr Bioch. 2002;13:560-9. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0955286302002000>
- 18- Petrillo-Albarano T, Pettignano R, Asfaw M, Easley K. Use of a feeding protocol to improve nutritional support through early, aggressive, enteral nutrition in the pediatric intensive care unit. Pediatr Crit Care Med. 2006;7:340-4. http://journals.lww.com/pccmjournal/Abstract/2006/07000/Use_of_a_feeding_protocol_to_improve_nutritional.7.aspx
- 19- Schwarz SM, Gewitz MH, See CC, Berezin S, Glassman MS, Medow CM, et al. Enteral nutrition in infants with congenital heart disease and growth failure. Pediatrics. 1990;86:368-<http://pediatrics.aappublications.org/content/86/3/368.short>
- 20- Pries A.R, Secomb TW, Gaehtgens P. The endothelial surface layer. Eur J Physiol (2000) 440:653-666. <ftp://ftp.tuebingen.mpg.de/pub/kyb/bweber/pape>