



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Facultad de Medicina

Título de tesis:

ÍNDICE CEREBROPLACENTARIO Y RESULTADOS PERINATALES ADVERSOS EN EMBARAZOS DE TÉRMINO NORMOEVOLUTIVOS

Para obtener el título de:
Especialidad en Ginecología y Obstetricia

Presenta:
Ana Karen San Martín Matamoros

Numero de CVU: CVU 1129666

Asesores expertos:
Dra. Karla Paola Lara Guerrero
Dr. Rubén Quiroz Sánchez

Asesor metodológico:
Dra. Alma Carolina Flores Hernández

Puebla, Puebla 2020

ÍNDICE

Título	Página
1. Resumen	3
2. Introducción	4
3. Antecedentes	5
3.1 Antecedentes generales	5
3.2 Antecedentes específicos	9
4. Planteamiento del problema	18
5. Objetivos	19
5.1 Generales	19
5.2 Específicos	19
6. Material y métodos	20
7. Resultados	21
8. Discusión	33
9. Conclusiones	36
10. Bibliografía	37

1. RESUMEN

La incidencia de asfixia neonatal varía entre los diferentes centros en donde se atiende el nacimiento, sin embargo se ha estimado que a nivel mundial entre el 0.2 y 0.4% de los recién nacidos presenta algún grado de asfixia. La mayoría de los eventos de hipoxia se presentan en la etapa fetal. Aproximadamente el 5% ocurre antes del inicio de trabajo de parto, 85% durante el parto y 10% durante el periodo neonatal.

El índice cerebroplacentario (ICP) es una herramienta en la evaluación de fetos con restricción de crecimiento intrauterino, en este trabajo se evaluó su utilidad en gestaciones sin factores de riesgo.

Se realizó un estudio correlacional, prospectivo, transversal, observacional llevado a cabo en el Hospital de la Mujer de Puebla del 1 de Noviembre 2019 a 30 de Junio 2020. Se incluyeron 100 pacientes con embarazo normoevolutivo a las cuales se realizó medición de ICP, se esperó la resolución del embarazo y se observó la asociación entre resultados perinatales adversos calculando sensibilidad y especificidad mediante tablas cruzadas y curvas roc.

Para resultados perinatales adversos en conjunto se obtuvo sensibilidad de 3% y especificidad de 87%. Con respecto al uso de oxígeno suplementario se obtuvo una sensibilidad y especificidad de 4% y 87% respectivamente; ingreso de cuidados intensivos neonatales sensibilidad de 0 y especificidad de 84%, en cuanto a dificultad respiratoria medida mediante puntuación Silverman Anderson se observó una sensibilidad y especificidad de 2% y 85% respectivamente. Para la predicción de Apgar bajo: sensibilidad de 25% y especificidad 85% y para el uso de oxígeno suplementario 4% y 87% respectivamente.

Como conclusión de este trabajo se obtuvo que el índice cerebroplacentario patológico tiene sensibilidad baja en la predicción de resultados perinatales adversos en embarazos normoevolutivos, por lo que no se justifica el empleo Doppler rutinario en este tipo de pacientes.

2. INTRODUCCIÓN

Existen pruebas de bienestar anteparto no invasivas que nos ayudan a discriminar a fetos con riesgo de hipoxia de aquellos con bajo riesgo, y entre estas pruebas se encuentran el registro cardiotocográfico, perfil biofísico y prueba con estrés. Siendo estas utilizadas en pacientes sanas o con patologías maternas o fetales que nos sugieran una vigilancia más estricta y teniendo cada una de ellas sus indicaciones específicas. Actualmente, el uso de flujometría doppler en obstetricia es una herramienta fundamental en la evaluación del estado fetal sobre todo en aquellos casos con restricción del crecimiento intrauterino, en los que su aplicación puede cambiar la decisión en cuanto a la continuación del embarazo o la predicción de eventualidades al nacimiento, por lo cual se limita su uso a fetos con ciertas patologías y no forma parte de la evaluación habitual de fetos sanos. En algunas ocasiones se presentan pacientes sanas con embarazos normoevolutivos y fetos sin patología aparente en los que se espera un resultado perinatal favorable, sin embargo no siempre sucede de esa manera, observando recién nacidos con calificación de Apgar bajo, distrés respiratorio, asfixia perinatal e incluso ingreso a unidad de cuidados intensivos con las consecuencias sociales, económicas, jurídicas y de salud que ello implica.

Se han realizado estudios en los cuales se propone la flujometría doppler de vasos fetales, en especial el índice cerebroplacentario como una herramienta útil en la predicción de dichas anomalías al nacimiento, sin embargo no se ha establecido como una prueba fetal anteparto en las guías nacionales, ya que de igual manera existe evidencia de su poca utilidad en predicción de hipoxia cuando se mide en fetos sin factores de riesgo. El hospital de la Mujer de Puebla es una Institución de tercer nivel en el que no se cuenta con datos estadísticos sobre recién nacidos con resultados perinatales adversos hijos de madres sin factores de riesgo; sin embargo, se atiende a un gran porcentaje de la población obstétrica del estado, siendo la mayoría mujeres aparentemente sanas, por lo que ofreció un amplio campo de estudio para realizar el presente trabajo.

3. ANTECEDENTES

3.1 GENERALES

Tres son las causas que explican las tres cuartas partes de la mortalidad neonatal en el mundo: partos prematuros (29%), asfixia (23%) e infecciones graves tales como sepsis y neumonía (25%). (25)

La incidencia de asfixia neonatal varía entre los diferentes centros en donde se atiende el nacimiento, sin embargo se ha estimado que a nivel mundial entre el 0.2 y 0.4% de los recién nacidos presenta algún grado de asfixia. (22) La OMS estima que cada año hay cuatro millones de niños recién nacidos que presentan asfixia de los cuales 800,000 desarrollarán secuelas neurológicas y un número similar fallecerán como consecuencia de estos eventos. (23) La mayoría de los eventos de hipoxia se presentan en la etapa fetal. Aproximadamente el 5% ocurre antes del inicio de trabajo de parto, 85% durante el parto y 10% durante el periodo neonatal. (22)

Cerca del 90% de las muertes neonatales ocurren en países en desarrollo como India, Nigeria, Pakistán y el Congo; datos más recientes del año 2014 reportan una tasa de mortalidad en países como Afganistán de 117.2/1,000 NV, Mali con 104.3/1,000 NV y Somalia con 100.1/1,000 NV, en contraste con las tasas reportadas en Mónaco, con 1.8/1,000 NV, Japón con 2.1/1,000 NV, Bermudas y Noruega con 2.4/1,000 NV. En el ámbito nacional el estado de Puebla reporta una mortalidad elevada, con 16.2/1,000 NV, seguido por ciudad de México con 15.1/1,000 NV y Chihuahua con 14.1/1,000 NV, siendo la más baja en Nuevo León con 9.1/1,000 NV, Coahuila con 9.2/1000 NV y Aguascalientes con 10.3/1,000 NV. (26)

En México no se cuenta con estudios epidemiológicos robustos que den cuenta de la frecuencia y gravedad con la que se presenta la encefalopatía hipóxicoisquémica, sin embargo suponemos que se comporta como en el resto del mundo. Se reporta una incidencia de 14.6 por cada 1,000 recién nacidos vivos, con una letalidad del

8.5% y un índice de secuelas de 3.6%. (23) En el año 2003 se registraron 2 271 700 nacimientos en México y 20 806 defunciones neonatales; la principal causa de muerte neonatal ese año fue la asfixia al nacer con 10 277 decesos, lo que representa, con respecto al total de mortalidad neonatal, que 49.4% de las defunciones fueron por asfixia al nacimiento. (24)

Hasta el 60 % de los recién nacidos con encefalopatía hipóxico isquémica mueren y el 25 % de los sobrevivientes quedan con alguna discapacidad significativa. La encefalopatía hipóxico-isquémica es una de las principales causas de parálisis cerebral infantil, epilepsia, alteraciones del desarrollo neurológico, problemas cognitivos, alteraciones de la conducta, y en casos graves de la muerte. Se estima que el 30% que de los casos de encefalopatía neonatal en las poblaciones desarrolladas y el 60% en las poblaciones en vías de desarrollo tienen evidencia de algún evento de hipoxia-isquemia durante el parto. (22)

La velocimetría Doppler de la circulación uterina y fetoplacentaria es una herramienta importante para evaluar complicaciones asociadas a la restricción del crecimiento intrauterino y otras formas de distrés fetal debidas a hipoxemia o asfixia. El flujo ausente o reverso en la arteria umbilical puede ser un hallazgo fisiológico durante las primeras etapas del embarazo; pero, constituye el hallazgo más ominoso del estudio Doppler en obstetricia durante la segunda mitad de la gestación. La casuística publicada evidencia una mortalidad perinatal de 38% en este grupo de pacientes, asociación con RCIU en 84%, malformaciones 11%, síndrome hipertensivo del embarazo 57% y genopatías 6%. (27)

Un estudio caso-control realizado en el Departamento de Perinatología de Poznan University of Medical Sciences, Poznan, Poland, entre el 2007 y 2009 incluyó pacientes embarazadas entre 40 y 42 semanas de gestación en donde se determinó la correlación y capacidad predictiva entre índices anormales del doppler y resultados fetales y del embarazo. Se analizó específicamente la capacidad predictiva de los índices de arteria umbilical y cerebral media por separado, y el índice cerebro/placentario. Como conclusión se sugiere que el índice cerebro/placentario tiene una alta sensibilidad en predicción de anomalías de la

frecuencia cardiaca fetal intraparto y resultado adverso neonatal en embarazos no complicados. La mejor capacidad predictiva fue para el índice cerebro/placentario $<1,1$. Para predecir alteraciones de registro fetal intraparto se evidenció Sensibilidad 74,1% (IC95% 0,61-0,85), Especificidad 71,1% (IC95% 0,61-0,80), VPP 62,3% (IC95% 0,50-0,74), VPN 81% (IC95% 0,71-0,89) y LR (+) 2,6. Para predicción de resultado neonatal adverso el índice cerebro/placentario $<1,1$ demostró Sensibilidad 87,8% (IC95% 0,74-0,96), Especificidad 68,5% (IC95% 0,59-0,77), VPP 51,4% (IC95% 0,39-0,64), VPN 93,7 % (IC95% 0,86-0,98) y LR (+) 2,8. (1)

No obstante, en un estudio prospectivo, multicéntrico, observacional en el que se incluyeron tres hospitales en Italia y España entre Enero 2016 y Julio 2017, con 562 pacientes de bajo riesgo en trabajo de parto en fase latente a quienes se realizó medición doppler de arteria umbilical y cerebral media a su ingreso a labor, se observó que el número de pacientes intervenidos por distrés fetal fue tres veces más alto en pacientes con índice cerebroplacentario (ICP) disminuido (9/54, 16.7%, vs 28/508, 5.5%, $p=0.004$). Además, un mayor número de resultados perinatales adversos en fetos con ICP menor a percentil 10 (6/54, 11.1%, vs 19/508, 3.7%, $p=0.012$); concluyendo que un ICP reducido se asocia a distrés fetal y resultados perinatales adversos. (7)

Por otra parte existen evidencia científica en la cual se pone en duda la utilidad clínica del Doppler de la arteria cerebral media en fetos del tercer trimestre con crecimiento normal, por ejemplo, un estudio realizado 265 fetos en la unidad de medicina fetal Lima Perú en 2008 en donde se seleccionaron dos grupos según IP en la ACM: menor del percentil 5 y mayor del percentil 5, en el grupo con IP menor del percentil 5, la edad gestacional al nacimiento fue mayor: 39,4 vs 38,9 semanas ($p=0,001$); sin embargo, el número de partos pretérmino fue similar ($p=0,89$). En el grupo con IP en la ACM menor del 5 se efectuaron 19 (25,7%) cesáreas por distrés fetal similar al grupo con Doppler cerebral normal 42 (22%) ($p=0,51$). No hubo diferencia significativa en ambos grupos respecto al puntaje de Apgar menor de 7 a los 5 minutos (5,4% vs 3,1%, $p=0,47$) ni en el número de ingresos del recién nacido a unidad de cuidados intensivos (10,8% vs 6,3%, $p=0,32$); concluyendo que los fetos

del tercer trimestre con IP bajo el percentil 5 en el Doppler de la ACM, muestran resultados perinatales similares a los fetos con Doppler cerebral normal. (6)

Sumando a la evidencia en la que se descarta el uso de ICP como prueba de bienestar fetal en embarazos normoevolutivos, se realizó un estudio prospectivo observacional en 872 gestantes sin factores de riesgo del Hospital Universitario de Getafe, Madrid, en el que se demostró que la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo de ICP fue de 14/100, 97/95, 24/40 y 94/100 para cesárea por distrés fetal; 5/15, 97/95, 31/50, 79/77 para ingreso a unidad de cuidados intensivos; 4/0, 96/92, 6/0, 94/89 para Apgar menor de 7 a los 5 minutos, con lo que concluyeron que no se justifica el empleo de Doppler en el screening en gestantes sin factores de riesgo. (27)

Es así como la utilidad de la velocimetría doppler es incierta en embarazos sin factores de riesgo, mientras que la recomendación aceptada es en fetos con alteraciones en el crecimiento o comorbilidades maternas. Por ejemplo, en un estudio prospectivo, no experimental, longitudinal, de tipo correlacional en la Unidad de Medicina Fetal y Diagnóstico Prenatal del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen en Lima, Perú, se estudiaron gestantes con diagnóstico de preeclampsia severa y sus fetos mediante Doppler en los 7 días previos al parto, en 160 pacientes; observando que el 39,4% (63/160) de las pacientes tuvo un resultado de índice cerebro placentario y de flujo del ductus venoso de Aranzio anormal, lo que se asoció significativamente a restricción del crecimiento intrauterino (RCIU), oligohidramnios y cesárea por distrés fetal agudo ($p < 0,05$), y con alta sensibilidad para la ocurrencia de Apgar < 7 a los 5 minutos, pH en arteria umbilical $< 7,2$ cesárea por distrés fetal y admisión a UCI. (20)

3.2 ESPECÍFICOS

La asfixia perinatal se produce por una alteración del intercambio gaseoso a nivel del lecho placentario, activándose mecanismos de glicolisis anaerobia y producción de ácido láctico causando acidosis con lo que se activan mecanismos adaptativos que permiten mantener el flujo de oxígeno a corazón, cerebro y glándulas suprarrenales a expensas de vasoconstricción en territorios que no se intenta proteger, llamándose a este mecanismo redistribución de flujo. La hipoxia perinatal es una de las principales causas de resultados perinatales adversos. (1)

Una de las mayores preocupaciones en la práctica obstétrica es la evaluación del bienestar fetal, también denominada vigilancia antenatal. El objetivo primordial debe ser la identificación del feto en riesgo de hipoxia o acidosis, a fin de realizar un adecuado manejo destinado a disminuir el riesgo de muerte intrauterina y de secuelas neurológicas a largo plazo. (20,21)

Existen diversas pruebas de bienestar fetal anteparto que intentan predecir la presencia de hipoxia, una de las más utilizadas es la monitorización de la frecuencia cardíaca fetal, sin embargo, los patrones de frecuencia cardíaca fetal no discriminarán todas las exposiciones asfixiantes, la monitorización continua de la frecuencia cardíaca fetal complementada por la evaluación de gases en sangre fetal y ácido-base puede ser un paradigma útil de evaluación fetal para la asfixia fetal intraparto, no obstante no evitará todos los casos de asfixia fetal moderada o grave. La mayoría de la hipoxia fetal intraparto ocurre en embarazos no complicados. Las técnicas actuales de monitoreo intraparto no han resultado en una reducción en la incidencia de parálisis cerebral en recién nacidos a término, por lo que se ha propuesto el uso de flujometría doppler como un alternativa para la predicción de resultados perinatales adversos. (12, 13)

PESO ESTIMADO FETAL

Para conocer el peso fetal debemos conocer dos variables: peso estimado y edad gestacional. Se recomienda la fórmula de Hadlock que utiliza la medición del perímetro cefálico, la circunferencia abdominal y la longitud del fémur. Tiene un error

estimado de +/- 15% del peso real. Después de estimar el peso fetal y conociendo la edad gestacional se calcula el percentil de crecimiento. Al comparar los valores obtenidos del peso fetal por ultrasonido con las curvas de Hadlock, se asignan los percentiles correspondientes a cada medición. La datación del embarazo se debe realizar comparando la edad gestacional por FUM y una ecografía del 1º trimestre. En caso de no tener ecografía del 1º trimestre se debe hacer curva de crecimiento con nueva valoración de peso fetal ecográfico como mínimo de dos semanas. El tener una curva de crecimiento patológica identifica un grupo de mayor riesgo con importante morbimortalidad perinatal y mayor admisión neonatal en UTI. Los que tienen un peso por debajo del p3 presentan un riesgo aumentado por sí solos, por lo que se incluyen directamente en el grupo de fetos con crecimiento restringido. El peso <p3 aumenta 20 veces la mortalidad perinatal. Los que tienen un peso entre el p3 y p10 deben ser estudiados para diferenciarlos de los PEG sin patología y allí surge como herramienta la velocimetría por Doppler obstétrico. (5)

DOPPLER

En el cerebro, la redistribución de flujo se evidencia como disminución de la resistencia en el doppler de arteria cerebral media, fenómeno que se conoce con el nombre de preservación cerebral. El índice cerebro/placentario resulta de la división del índice de pulsatibilidad de la arteria cerebral media por el índice de pulsatibilidad de la arteria umbilical. Se ha propuesto que el índice cerebro placentario se altera más precozmente que los índices del doppler de la arteria cerebral media o umbilical por separado, permitiendo así predecir resultados adversos perinatales en fetos con índices de pulsatibilidad y resistencia normal en la arteria umbilical y cerebral media. (1)

Los fetos a término con un peso fetal estimado superior al percentil 10 son etiquetados como adecuados para la edad gestacional, sin embargo algunos de estos fetos sufren de insuficiencia placentaria, con lo que se aumenta el riesgo de resultados perinatales adversos. (2)

La identificación de alteraciones doppler en fetos en el tercer trimestre sigue siendo importante al reducir la mortalidad cuando estos fetos han sido identificados como pequeños, sin embargo, la identificación de los fetos en riesgo de muerte fetal que tienen un peso dentro de lo normal es difícil. (8)

ARTERIA UMBILICAL

La arteria umbilical se origina a partir de las arterias iliacas internas fetales, rodean a la vejiga e ingresan al cordón umbilical transportando 40% del gasto cardiaco fetal, mientras que la vena umbilical transporta sangre oxigenada desde la placenta hacia el feto. (4)

La arteria umbilical fue el primer vaso estudiado por ultrasonido doppler en 1977, posteriormente se midieron los índices de resistencia como la relación S/D y el IR de Poucelot, que es la relación entre la diferencia máxima de la velocidad sistólica (s) con la mínima velocidad diastólica (d) entre S ($IR = S-D/S$). La dificultad para calcular IR se presenta cuando existen flujos diastólicos negativos en reversa, por lo que se utiliza IP, que se calcula con la relación S-D/M, en el que M es la media entre S y D. (3)

Cuando las velocidades de fin de diástole se encuentran ausentes, se asocia 80% a hipoxia y 46% acidemia en comparación con hipoxia en el 12% de los fetos con flujo diastólico presente, en donde no se asocia acidosis. (4)

Técnica para la medición doppler de la arteria umbilical: (28)

1. Identificar un bucle libre de cordón umbilical lejos de las inserciones de la placenta y en ausencia de movimientos respiratorios fetales.
2. Mapeo de flujo color.
3. El ángulo entre el haz de ultrasonido y la dirección del flujo sanguíneo debe mantenerse lo más cerca posible a 0°

ARTERIA CEREBRAL MEDIA

Es un marcador crónico que se ve afectado de manera progresiva, pero no existe un punto a partir del cual el feto esté en riesgo de muerte inminente. La única información que nos da es que el mecanismo de respuesta cerebral fetal a la hipoxia se desencadenó. La hipoxia genera vasodilatación, esto aumenta la velocidad en diástole y disminuye el IP. Esta alteración precede en unas 2 a 3 semanas el deterioro severo y no tiene utilidad para el seguimiento. Se considera que un feto tiene vasodilatación cerebral cuando el IP de la arteria cerebral media es menor al percentil 5 de manera persistente (dos determinaciones separadas por más de 12 horas). (5)

En incierta la utilidad de la medición doppler de esta arteria en fetos sanos, se han observado fetos con biometría normal y Doppler de arteria umbilical normal que muestran índice de pulsabilidad cerebral alterado, lo cual creemos que es un evento fisiológico y transitorio, ya que se han realizado estudios en los cuales no existe diferencia significativa ni clínica entre fetos del tercer trimestre con IP bajo el percentil 5 en el Doppler de la ACM comparado con fetos con flujometría Doppler cerebral normal, por lo que no se ha recomendado valorarlo rutinariamente. En una serie de 229 fetos no encontraron diferencia significativa en los resultados perinatales en fetos con alteración del Doppler cerebral, donde la capacidad diagnóstica para un resultado adverso fue 11%, sugiriendo no beneficio alguno, se sugiere su utilidad sólo cuando existe alteración en el Doppler de la arteria umbilical. (6)

El tiempo promedio de velocidad máxima en la ACM se incrementa durante el último trimestre del embarazo, sugiriendo un aumento fisiológico del flujo sanguíneo cerebral que se produce durante este periodo, por lo que se debe tener cuidado de no interpretar la reducción en la resistencia de la arteria cerebral media que ocurre al final del embarazo como una anormalidad. (6)

Técnica para la medición doppler de la arteria cerebral media: (19)

1. Una sección axial del cerebro, que incluye el tálamo y las alas de hueso esfenoides.
2. El mapeo de flujo de color debe usarse para identificar el círculo de Willis y la ACM proximal
3. La compuerta Doppler de onda pulsada debe colocarse en el tercio proximal de la MCA, cerca de su origen en la arteria carótida interna (la velocidad sistólica disminuye con distancia desde el punto de origen de este buque).
4. El ángulo entre el haz de ultrasonido y la dirección del flujo sanguíneo debe mantenerse lo más cerca posible a 0°
5. Se debe tener cuidado para evitar cualquier presión innecesaria en la cabeza fetal
6. Al menos tres y menos de 10 formas de onda consecutivas debe ser registrado
7. El punto más alto de la forma de onda se considera como el PSV (cm / s).
8. El PSV se puede medir con calibradores manuales o autotrazo. Este último produce medianas significativamente más bajas que el primero, pero se aproxima más medianas publicadas utilizadas en la práctica clínica. PI es generalmente se calcula usando la medición de autotrazo, pero el rastreo manual también es aceptable.

INDICE CEREBRO PLACENTARIO

El flujo de la arteria umbilical medido a través de IR es expresión de la situación del sistema vascular placentario. Mientras que el IR de la arteria cerebral media fetal mide el grado de adaptación del flujo cerebral en hipoxia cerebral. Durante la segunda mitad del embarazo el IR de la arteria cerebral media es mayor que el de la arteria umbilical, por lo que la relación IR de ambas arterias será normalmente mayor de uno. (3)

El índice cerebro placentario es el parámetro más sensible para detectar RCIU, porque combina las alteraciones de la arteria umbilical y la ACM, detectando sus cambios cuando estas se encuentran alteradas pero aún no han salido de los límites

de normalidad. Su alteración precede a la caída del IP de ACM por debajo del p5 y mejora la predicción de resultado perinatal adverso. Identifica a aquel grupo de fetos con mayor riesgo de peor resultado perinatal; es muy útil en el seguimiento de fetos con Doppler normal luego de las 34 semanas, con una sensibilidad del 60%. Permite detectar fetos con fenómenos de vasodilatación cerebral temprana, que aún no han llevado al IP de la arteria cerebral media por debajo del percentil 5. Este grupo de fetos tienen incremento del riesgo de pérdida del bienestar fetal intraparto y acidosis neonatal. (5)

Durante la interpretación de los valores de ICP se debe tener en consideración que se han utilizado varios sitios de muestreo. Esto tiene implicaciones para la arteria cerebral media ya que los tercios medio y distal tienen PI significativamente más altos que el tercio proximal. Las tablas de ICP se han construido utilizando varios índices Doppler (relación sistólica / diastólica, índice de resistencia (RI), IP) y puntos de corte (<1, <1.05, <1.08) para predecir resultados adversos. Los rangos de referencia se basan en una amplia gama de números de pacientes, así como se han aplicado modelos de regresión lineal y cuadrática. (11)

Recientemente se ha sugerido que el uso de la ecografía Doppler entre fetos de tamaño normal de término es capaz de identificar a aquellos con insuficiencia placentaria subclínica. En este riesgo aparentemente bajo en la población, una reducción de la relación cerebro-placentaria a las 36 semanas de gestación o más parece anunciar un mayor riesgo de complicaciones perinatales así como una mayor incidencia de intervención obstétrica. (7)

Por otra parte, en embarazos mayores a 41 semanas de gestación se ha encontrado su utilidad para valorar el bienestar fetal previo a la determinación de la vía de resolución del embarazo, identificando fetos con mayor morbilidad y mortalidad, siendo recomendada la medición del índice cerebroplacentario como el mejor predictor de compromiso fetal incluso en casos en los que los vasos por separado muestren normalidad en su resistencia. (10)

RESULTADOS PERINATALES ADVERSOS

Las contracciones uterinas en el trabajo de parto dan como resultado una reducción del 60% en la perfusión uteroplacentaria, causando hipoxia transitoria fetal y placentaria. Un feto sano con una placenta desarrollada es capaz de acomodar esta hipoxia transitoria mediante la activación de receptores periféricos, lo que resulta en una reducción en el consumo de oxígeno y una centralización de sangre oxigenada a órganos críticos, a saber, el corazón, el cerebro y las glándulas suprarrenales. Siempre que haya tiempo adecuado para la reperfusión placentaria y fetal entre contracciones, estos fetos podrán resistir períodos prolongados de hipoxia intermitente y evitar lesiones hipóxicas severas. (4)

La isquemia hipóxica es una causa común de daño al cerebro fetal y neonatal. Aunque los factores fisiológicos sistémicos y cerebrovasculares juegan un papel importante en las fases iniciales de las lesiones hipóxico-isquémicas, la vulnerabilidad intrínseca de tipos y sistemas celulares específicos en el cerebro en desarrollo puede ser más importante para determinar el patrón final de daño y discapacidad funcional asociado con síndromes clínicos de discapacidad neurológica, como las formas de diplejía extrapiramidal y espástica de la parálisis cerebral. (9)

Existe evidencia en la que no se ha observado variación significativa en las puntuaciones de Apgar o el pH de la arteria umbilical relacionadas con alteraciones del ICP, sin embargo en un estudio realizado a 2927 fetos de término, con peso adecuado para la edad gestacional, se encontró que la resistencia cerebroplacentaria baja es un marcador importante de pH neonatal bajo secundario a la subperfusión placentaria. (13, 14)

En cuanto a el ingreso a unidad de cuidados intensivos, se cuenta con la evidencia de un estudio retrospectivo de cohorte que incluyó a 2518 embarazos en los que el IP MoM de la arteria umbilical fue significativamente mayor, y el IP de la arteria cerebral media y el MoM de la relación cerebro-placentaria significativamente más bajos en los bebés que requirieron ingreso en la unidad neonatal ($P < .05$). Sin embargo, el percentil de peso fetal estimado no fue significativamente diferente entre los que requirieron ingreso a la unidad neonatal y los que no ($P = .087$). De

acuerdo con la regresión logística multivariada, la razón cerebroplacentaria MoM (odds ratio, 0.39; intervalo de confianza del 95%, 0.19-0.79; $P = .008$) y la edad gestacional al momento del parto (odds ratio, 0.70; intervalo de confianza del 95%, 0.61-0.80; $P < .001$) se asociaron significativamente con el riesgo de ingreso en la unidad neonatal, mientras que la edad materna y el percentil de peso al nacer no ($P = .183$ y $P = .460$, respectivamente), con lo que se concluye que Independientemente del peso al nacer o del percentil de peso fetal estimado, la relación cerebro-placentaria fetal parece ser un mejor predictor de la necesidad de ingreso en la unidad neonatal ($P < .001$). (15)

También se ha estudiado la relación entre la terminación del embarazo mediante cesárea secundaria a compromiso fetal intraparto, encontrando que en los casos en los que el percentil del ICP fue menor a 10, la sensibilidad y la especificidad fue respectivamente, 55.6% y 87.9%. Por otra parte en un estudio prospectivo de 400 mujeres con fetos de peso adecuado, se encontró una mayor incidencia de cesárea por compromiso fetal en aquellas con ICP bajo. (16, 18) En un estudio prospectivo realizado en 600 mujeres con embarazos de término en las que se relacionó la presencia de alteraciones en la arteria umbilical, la arteria cerebral media y la vena umbilical con los resultados intraparto. La incidencia de compromiso fetal fue del 80.0% en comparación con solo el 15.3% en los casos con las puntuaciones de riesgo más bajas (riesgo relativo 5.2, intervalo de confianza del 95% 2.7-10.1). Estos casos también tuvieron un mayor riesgo de parto por cesárea (53.3% en comparación con 3.4%, $P < .001$) y de desarrollar un patrón de frecuencia cardíaca fetal considerado ($P = .003$). (13)

De igual manera, un estudio prospectivo realizado en 2019 para la detección de resultados perinatales adversos relacionados con alteraciones del ICP, incluyó a 569 fetos de edad gestacional de término, con peso adecuado para la edad, en los que se evaluó la presencia de alteraciones en el pH de cuero cabelludo intraparto, pH de arteria umbilical bajo al nacimiento, apgar bajo e ingreso a la unidad de cuidados intensivos, obteniendo una incidencia de 17.9% para compromiso fetal

intraparto concluyendo que existen fetos sin factores de riesgo en los que es útil la medición de ICP. (17)

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los resultados perinatales adversos comúnmente se asocian a la presencia de hipoxia perinatal, en la mayoría de los casos relacionados a enfermedad fetal como malformaciones, restricción del crecimiento, entre otras. O bien a patología materna como diabetes mellitus, enfermedades hipertensivas del embarazo, hematológicas, neurológicas, uso de medicamentos y en menos proporción, a causas externas como traumatismos o iatrogenia.

Sin embargo diariamente observamos pacientes aparentemente sanas, con fetos con crecimiento adecuado, sin factores de riesgo en las que al nacimiento se manifiesta resultados perinatales adversos. Es sabido que existen pruebas anteparto para predecir dichas alteraciones, sin embargo la medición doppler solo se recomienda en aquellos embarazos con factores de riesgo.

Si un índice cerebroplacentario alterado predice aquellos fetos con mayor riesgo de presentar resultados perinatales adversos, su medición puede utilizarse para mejorar la vigilancia fetal anteparto, y ayudar a la toma de decisiones en aquellas pacientes sin factores de riesgo, disminuyendo la probabilidad de consecuencias neurológicas, respiratorias y otras generadas principalmente por hipoxia y a su vez disminuir gastos médicos, sociales y emocionales. Por otra parte, si se establece la falta de beneficio en este grupo de embarazos, se evitará el uso de recursos en su medición o cambio en el plan obstétrico de las pacientes. Por lo que surge la siguiente pregunta:

¿El índice cerebroplacentario es un predictor de resultados perinatales adversos en embarazos de término normoevolutivos?

5. OBJETIVOS

5.1 GENERAL

- Evaluar si el índice cerebroplacentario es predictor de resultados perinatales adversos en embarazos de término normoevolutivos.

5.2 ESPECÍFICOS

- Asociar la vía de nacimiento y percentil de ICP.
- Relacionar el valor de ICP con puntaje de Apgar al minuto.
- Observar la asociación entre puntaje de Silverman Anderson y el valor de ICP.
- Relacionar la asociación del ingreso a unidad de cuidados intensivos neonatales con medición de ICP
- Observar la relación del valor de ICP con uso de oxígeno suplementario y ventilación asistida al nacimiento.

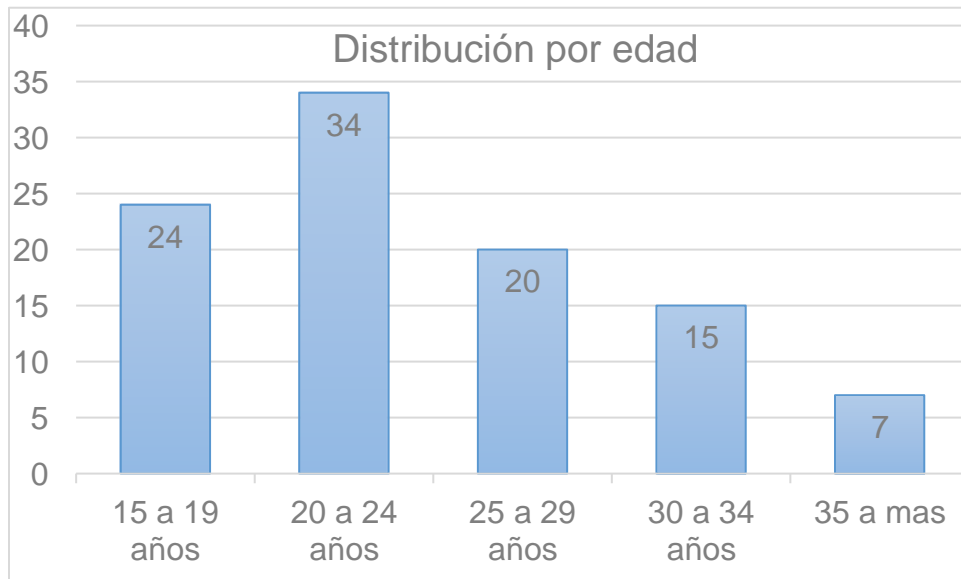
6. MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio correlacional, analítico, prospectivo, transversal, observacional, no experimental en el Hospital de la Mujer de Puebla en el periodo 1 de Noviembre 2019 a 30 de Junio 2020. Inicialmente se identificaron pacientes con embarazo con feto único de 37 a 41.6 semanas de gestación confirmado por fecha de última menstruación o ultrasonido del primer trimestre, sin trabajo de parto, con peso estimado fetal por biometría en percentil 10 a 90, con feto en presentación cefálica; excluyendo pacientes con enfermedad materna, ruptura prematura de membranas, feto con malformaciones, pacientes que reciban esteroides por causas maternas o fetales y pacientes que reciban sulfato de magnesio. Los cuales se citaron para realización de ultrasonido obstétrico y medición de flujometría doppler utilizando equipo Aloka prosound SSD-3500SX. Se creó para cada paciente un expediente electrónico para registro de variables y resultados de IP de arteria umbilical, arteria cerebral media y se calculó índice cerebroplacentario considerándose como anormal menor a percentil 5, dichas mediciones se realizaron por un experto en medicina materno fetal y de acuerdo a las especificaciones de la ISUOG para el uso de ultrasonido doppler en obstetricia. Se calculó peso estimado fetal por biometría así como índices de porcentualidad de vasos fetales mediante la calculadora obstétrica de la Fetal Medicine Barcelona. Se esperó a la resolución del embarazo y se evaluaron los siguientes resultados perinatales: vía de resolución e indicación, distrés fetal, ingreso del recién nacido a unidad de cuidados intensivos, puntaje de apgar y puntaje de Silverman Anderson. Se analizó la relación entre índice cerebroplacentario y resultados perinatales utilizando estadística descriptiva como media, mediana, desviación estándar, frecuencia y porcentaje. Para el análisis estadístico se utilizó cálculo de sensibilidad y especificidad, tablas cruzadas y curvas roc.

7. RESULTADOS

Se estudiaron 100 pacientes (n=100) en las que se encontraron los siguientes resultados:

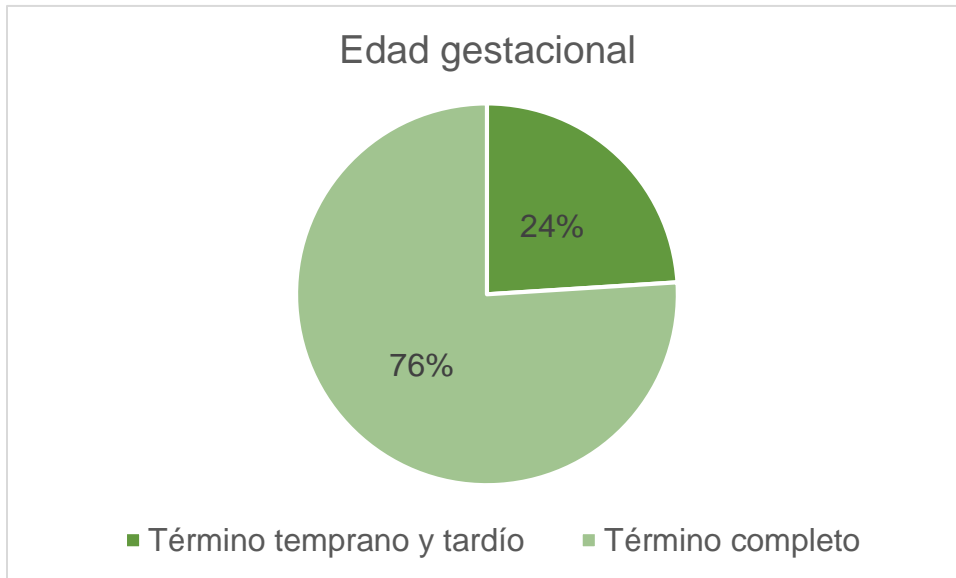
La media para la edad de las mujeres embarazadas fue de 24.40 con una desviación estándar de 6.06. (Gráfica 1).



Fuente: Expedientes clínicos del Hospital de la Mujer Puebla

Gráfica 1. Se observa el 34% de pacientes en el grupo de 20 a 24 años, encontrando una media de 24.4 con desviación estándar 6.06.

En la gráfica 2 se observa la edad gestacional al momento del estudio, se clasificó como término temprano, tardío y completo, observando que la media para las semanas de gestación fue de 38.615 +/-1.20.



Fuente: Expedientes clínicos del Hospital de la Mujer Puebla

Gráfica 2. El 24% de la muestra se clasificó en término temprano y tardío; el 76% representa embarazos de término completo.

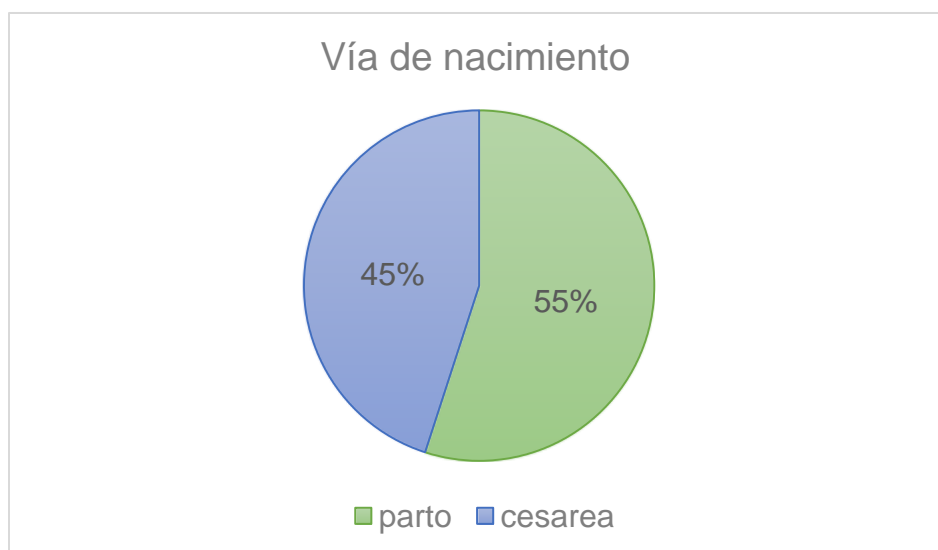
Se calculó el peso estimado fetal por biometría usando fórmula de Hadlock, cabe señalar que el total de la muestra (n=100) contó con peso fetal en percentil normal, se clasificó como menor o mayor del percentil 50, el 75% se encontró por debajo del percentil 50 y la media fue de 2990 +/- 298 gramos. No se observó diferencia significativa en ambos grupos. (Gráfica 3)



Fuente: Expedientes clínicos del Hospital de la Mujer Puebla

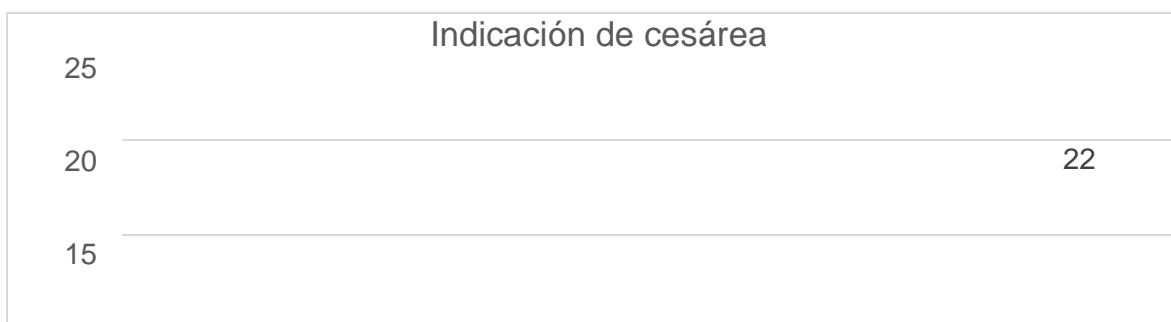
Gráfica 3. Percentil de peso de acuerdo a edad gestacional según Calculadora Clinic Barcelona.

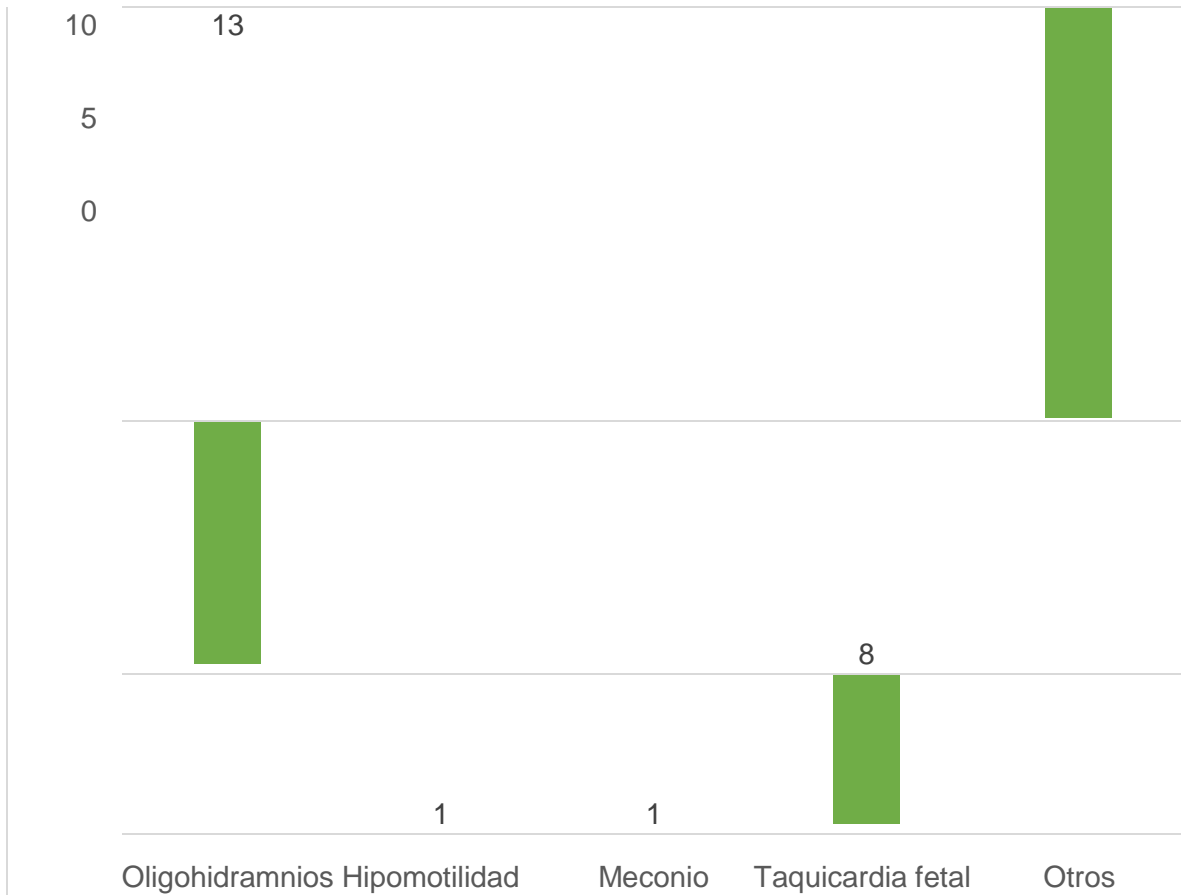
Para el análisis de la vía de nacimiento, se agrupó a las pacientes de acuerdo al evento obstétrico. En lo que respecta a la vía abdominal se observó el 22% relacionado a indicación materna como cesárea iterativa, compromiso de histerorrafia, entre otras. Mientras que el 23% se asoció a causas fetales como hipomotilidad, meconio, taquicardia y oligohidramnios. (Gráfica 4 y 5)



Fuente: Expedientes clínicos del Hospital de la Mujer Puebla

Gráfica 4. En el 55% de las pacientes se resolvió el embarazo vía vaginal y 45% vía abdominal.





Fuente: Expedientes clínicos del Hospital de la Mujer Puebla

Gráfica 5. Se observan las diferentes indicaciones de resolución abdominal del embarazo. En el grupo otros se incluyen causas maternas.

Del total de pacientes, se encontró un 15% con ICP patológico y 85% con un valor normal tomando como punto de corte percentil 5. Se realizaron pruebas cruzadas para evaluar la relación del valor de índice cerebroplacentario asociado a resultados perinatales, considerando uso de oxígeno suplementario, ventilación mecánica, puntaje de Apgar al minuto, Silverman Anderson e ingreso a cuidados intensivos neonatales.

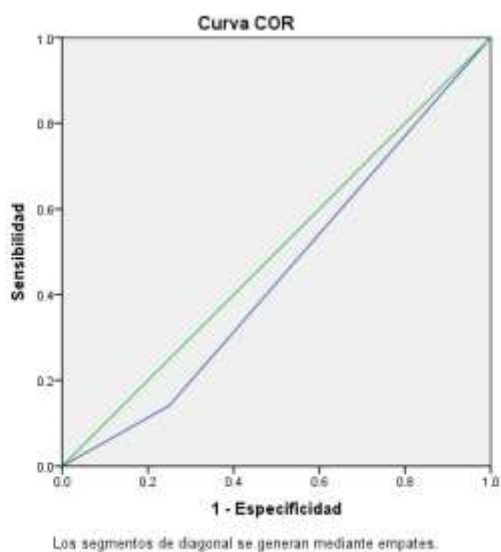
En la tabla 1 observamos la asociación de Apgar bajo e ICP, se consideró una baja puntuación a partir de 7, que correspondió a 8 casos de los cuales 2 tuvieron antecedente de ICP patológico y 6 normal.

	Apgar bajo	Apgar normal	Total
ICP patológico	2	13	15
ICP normal	6	79	85
Total	8	92	100

Fuente: Expedientes clínicos del Hospital de la Mujer Puebla

Tabla 1. Asociación de calificación de Apgar e ICP.

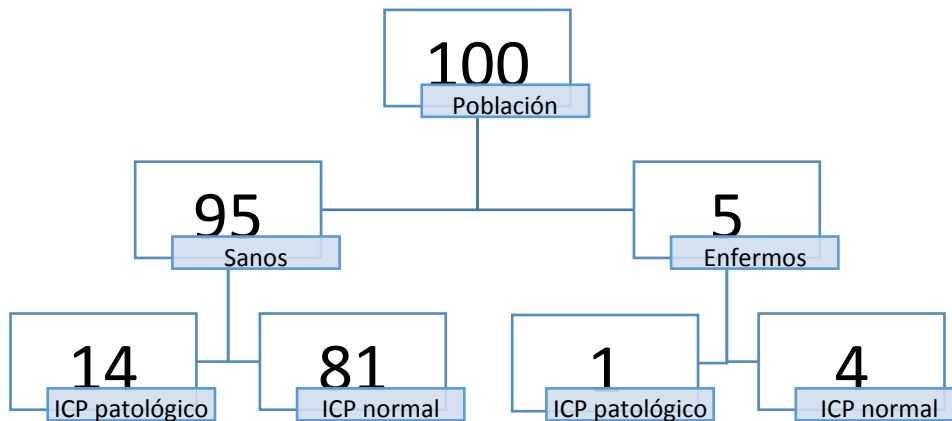
Con lo anterior se calcula una sensibilidad de 25% y especificidad 85% para la predicción de apgar bajo. (Gráfica 6)



Fuente: Expedientes clínicos del Hospital de la Mujer Puebla

Gráfica 6. Curva ROC de ICP para puntuación de Apgar. Se observa una línea a la derecha de la referencia no discriminadora, lo que indica un mayor número de falsos positivos que verdaderos positivos.

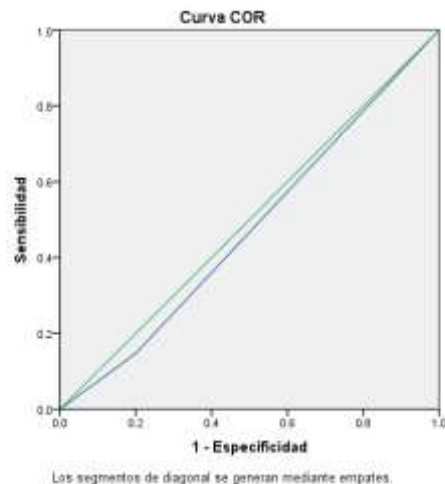
Con respecto a la relación de puntuación Silverman Anderson e ICP, se consideró como resultado perinatal adverso la presencia de al menos un punto en el test respiratorio, Observando lo siguiente: (Diagrama 1)



Fuente: Expedientes clínicos del Hospital de la Mujer Puebla

Diagrama 1. Relación de ICP y puntuación en Silverman Anderson. De un total de 100 pacientes, el 95% obtuvo 0 puntos en Silverman Anderson, mientras el 5% tuvo 1 o más puntos, de los cuales se observaron 14 % de falsos positivos, 81% verdaderos negativos, 1% verdaderos positivos y 4% falsos positivos.

De acuerdo a esto, se pudo calcular una sensibilidad y especificidad de 2% y 85% respectivamente para la predicción de dificultad ventilatoria demostrada por Silverman Anderson mediante un ICP patológico. (Gráfica 7)



Fuente: Expedientes clínicos del Hospital de la Mujer Puebla

Gráfica 7. Curva ROC de ICP para puntuación de Silverman Anderson. Se observa una línea a la derecha muy cercana a la referencia no discriminatoria, lo que indica una prueba que no diferencia significativamente los pacientes sanos de los enfermos.

En lo que respecta a el uso de oxígeno suplementario, se consideró como resultado perinatal adverso el uso de puntas nasales, casco cefálico o flujo libre. De los 15 casos con ICP patológico, 4 de ellos presentaron este resultado perinatal y 11 de ellos no lo hicieron. Mientras que en los pacientes con ICP normal se relacionaron 6 casos con suplementación y 79 sin uso de ella. (Tabla 2)

	Con O2	Sin O2	Total
ICP patológico	4	11	15
ICP normal	6	79	85
Total	10	90	100

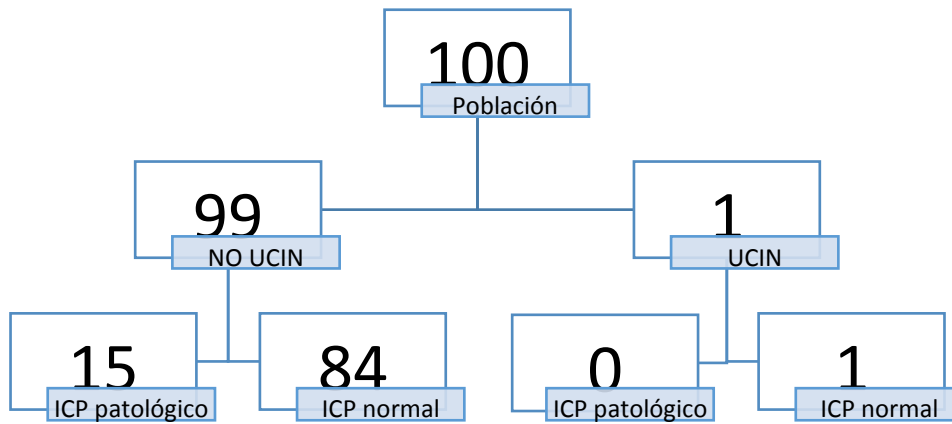
Fuente: Expedientes clínicos del Hospital de la Mujer Puebla

Tabla 2. Uso de oxígeno suplementario y su asociación con ICP. Se observa 4% de verdaderos positivos, 11% falsos positivos, 6% falsos negativos y 79% verdaderos negativos.

Con los datos anteriores se pudo calcular una sensibilidad y especificidad de 4% y 87% respectivamente.

En cuanto al ingreso de cuidados intensivos neonatales, de los 15 casos estudiados con ICP patológico, ninguno se asoció a ingreso a UCIN, mientras que solo 1

paciente presentó este resultado perinatal el cual tuvo antecedente de ICP normal.
(Diagrama 2)

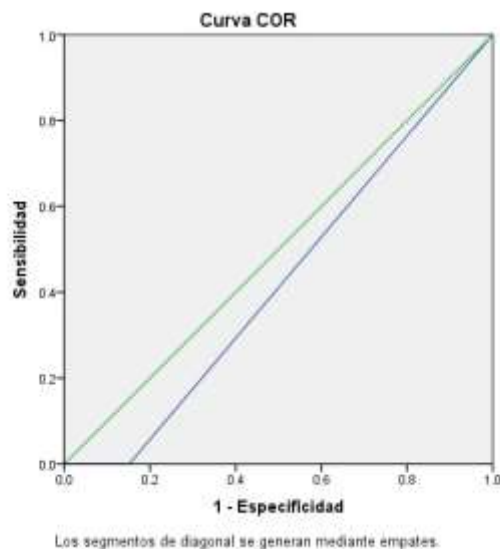


Fuente: Expedientes clínicos del Hospital de la Mujer Puebla

Diagrama 2. Asociación de ingreso a UCIN e ICP. Se deduce un 84% de verdaderos negativos, 15% falsos positivos, 0% verdaderos positivos, 1% falsos negativos.

Por lo anterior, un ICP patológico tiene una sensibilidad de 0 y una especificidad de 84% para la predicción de ingreso a unidad de cuidados intensivos neonatales.

(Gráfica 8)



Fuente: Expedientes clínicos del Hospital de la Mujer Puebla

Gráfica 8. Curva ROC de ICP para ingreso a UCIN. Se observa una línea a la derecha de la referencia no discriminadora, lo que indica una prueba con mayor número de falsos positivos que verdaderos positivos.

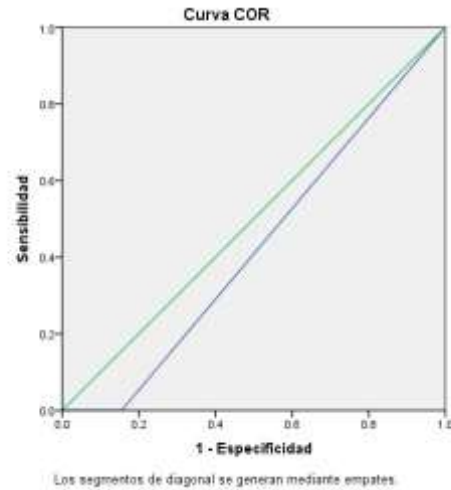
Por otra parte, la asociación del uso de ventilación mecánica e índice cerebroplacentario se muestra en la tabla 3, en donde se observa que no hubo relación entre los casos de ICP patológico con ningún caso de uso de ventilación a presión positiva o intubación endotraqueal, que fueron los criterios englobados en esta categoría.

	Con ventilación mecánica	Sin ventilación mecánica	Total
ICP patológico	0	15	15
ICP normal	3	82	85
Total	3	97	100

Fuente: Expedientes clínicos del Hospital de la Mujer Puebla

Tabla 3. Uso de ventilación mecánica y su asociación con ICP. Se observa 0 casos verdaderos positivos, 15 falsos positivos, 3 falsos negativos y 82 verdaderos negativos.

Con lo que se concluye una sensibilidad y especificidad de 0 y 84% respectivamente. (Gráfica 9)



Fuente: Expedientes clínicos del Hospital de la Mujer Puebla

Gráfica 9. Curva ROC de ICP para uso de ventilación mecánica. Se observa una línea a la derecha de la referencia no discriminadora, lo que indica una prueba que no es capaz de diferenciar los verdaderos casos positivos.

Finalmente, si se agrupan las variables estudiadas en un solo grupo en donde la presencia de al menos una variable positiva incluiría a la paciente en el grupo de resultados perinatales adversos, se observa lo siguiente: (Tabla 4)

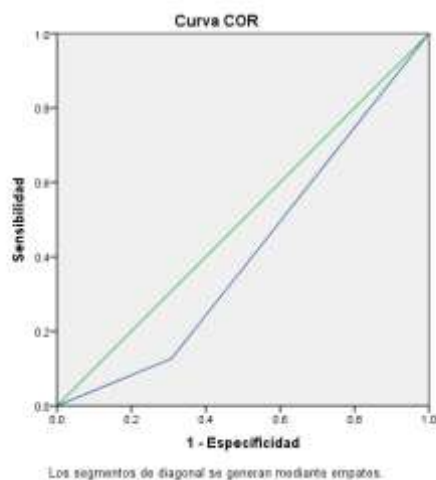
	Resultado perinatal adverso	Sin resultado perinatal adverso	Total
ICP patológico	4	11	15

ICP normal	9	76	85
Total	13	87	100

Fuente: Expedientes clínicos del Hospital de la Mujer Puebla

Tabla 4. Resultados perinatales adversos y su asociación con ICP. Se observa 4 casos verdaderos positivos, 11 falsos positivos, 9 falsos negativos y 76 verdaderos negativos.

Con lo que se obtiene una sensibilidad y especificidad de 3 y 87% respectivamente. (Gráfica 10)



Fuente: Expedientes clínicos del Hospital de la Mujer Puebla

Gráfica 9. Curva ROC de ICP para resultados perinatales adversos. Se observa una línea a la derecha de la referencia no discriminadora.

En resumen, la sensibilidad y especificidad de la medición de ICP para los resultados obtenidos se muestra en la tabla 5.

	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)
Apgar <7 1er min	25	85
Silverman Anderson 1+	2	85

Uso de O2	4	87
Uso de ventilación mecánica	0	84
Ingreso a UCIN	0	84
Resultados perinatales adversos en conjunto	3	87

Fuente: Expedientes clínicos del Hospital de la Mujer Puebla

Tabla 5. Sensibilidad y especificidad encontrada para cada resultado perinatal adverso y en general.

8. DISCUSIÓN

El índice cerebroplacentario (ICP) relaciona el índice de resistencia (IR) de la arteria cerebral media (ACM) con el IR de la arteria umbilical (AU). Un ICP patológico se relaciona con compromiso circulatorio fetal y por ende estaría identificando precozmente la hipoxia. (20) Para la mayoría de los autores este índice tiene una mayor sensibilidad en la detección de malos resultados perinatales, incluyendo bajo peso al nacer, finalización del parto por cesárea, hipoxia perinatal demostrada por el pH de cordón o baja puntuación en el test de Apgar, que las resistencias vasculares umbilicales y cerebrales tomadas aisladamente. (27) En investigaciones previas se ha reportado que la medición de ICP es de utilidad en la evaluación de pacientes con comorbilidades maternas como preeclampsia; o bien, fetales como restricción del crecimiento, asociándose hasta en 60% a resultados perinatales adversos. Por otra parte, estudios señalan que posiblemente este sea un estudio

de utilidad en fetos sanos con madres sanas sugiriendo un cambio en el manejo de estos fetos, ya que existe evidencia en la que se demuestra que el índice cerebroplacentario tiene una alta sensibilidad en predicción de anomalías de la frecuencia cardíaca fetal intraparto y resultado adverso neonatal en embarazos de término. (1).

En este estudio se analizaron 100 pacientes sanas con un embarazo de término, en donde la media para la edad fue de 24.40 con una desviación estándar de 6.06, lo cual comparado con estudios previos en donde la media ha sido 33 años (20) demuestra que en nuestra población, la edad reproductiva es menor. No obstante en lo que respecta a su relación con resultados perinatales, concordamos con otros investigadores en los que no se demuestran diferencias significativas en relación a etnia y edad materna cuando se evalúa ICP. (17) Con respecto a la paridad, se obtuvo que 60% de las pacientes fue multigesta y 40% primigesta lo cual no fue relevante para los resultados obtenidos, lo que concuerda con otros autores en donde la paridad no modifica los resultados perinatales (1). Del total de pacientes analizadas a las cuales se calculó el peso estimado fetal al momento del estudio, 25% correspondió a un peso por encima del percentil 50, mientras que el 75% se encontró por debajo del mismo, siendo la media de 2990 +/- 298 gramos, sin observarse diferencia significativa entre los dos grupos.

En lo concerniente a la vía de resolución del embarazo, un estudio prospectivo en 2018 en donde se evaluaron 437 mujeres sin factores de riesgo, demostró que un ICP menor a la percentil 10 se asoció directamente con resolución cesárea indicada por distrés fetal; contrario a esto, nuestro análisis revela un 45% de nacimientos por vía abdominal en los que en ninguno de los casos se reportó distrés fetal como causa de la resolución del embarazo. Sin embargo cabe resaltar que nosotros consideramos un índice alterado cuando fue menor al percentil 5. (16) Con lo anterior se apoya la evidencia establecida en otras investigaciones en donde se sugiere que un ICP patológico tiene baja sensibilidad y especificidad para la predicción de cesárea por distrés fetal. (7) Llama la atención una tasa de cesárea

alta en comparación con otros centros en donde se ha reportado de 4.4% aproximadamente. (17)

A continuación se describen la evidencia observada en relación a los resultados perinatales estudiados.

En relación al puntaje de Apgar, en este trabajo se demuestra una sensibilidad de 25% en la predicción de un puntaje menor a 7 al primer minuto en fetos con antecedente de ICP reducido, y especificidad 85%. Comparado con estudios reportados en los que se ha encontrado una sensibilidad de 24% (7)

Con respecto al ingreso a unidad de cuidados intensivos neonatales, en esta investigación se encontró sensibilidad de 0% y especificidad de 84% contrario a la evidencia encontrada en la que se ha demostrado una relación directa entre alteraciones en el ICP y el riesgo de ingreso a UCI con un valor de P de 0.08. (15)

No existe bibliografía que demuestre la utilidad del ICP en la predicción de uso de oxígeno suplementario. Existen reportes que han asociado la reanimación neonatal avanzada en la que se incluye en uso de O₂ y en la que se reporta que no existe relación entre las variables. (27) En esta investigación se pudo calcular una sensibilidad y especificidad de 4% y 87% respectivamente.

También se evaluó la presencia de resultados perinatales como un grupo, considerándose positivo la presencia de al menos un resultado perinatal adverso estudiado y relacionándolo con antecedente de ICP patológico, reportándose una sensibilidad y especificidad de 3 y 87% respectivamente, en comparación con lo reportado en la literatura de 62 y 80%. (29)

Por lo anteriormente descrito, nuestro estudio revela que los resultados perinatales adversos en fetos con ICP patológico son similares a aquellos con un ICP normal. Por lo que se apoya a otros investigadores que han calculado la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo del uso de Doppler de ICP en fetos sanos, concluyendo que no se justifica su empleo en el screening en gestantes sin factores de riesgo. (27) De igual manera, estudios prospectivos señalan que los

fetos del tercer trimestre con IP bajo el percentil 5 en el Doppler de la ACM, muestran resultados perinatales similares a los fetos con Doppler cerebral normal. (6)

Apoyándonos en los resultados obtenidos, se demuestra que un ICP menor a la percentil 5 tiene sensibilidad baja en la predicción de resultados perinatales adversos, en embarazos con peso estimado fetal normal y mujeres con un embarazo normoevolutivo; siendo las alteraciones en estos fetos probablemente transitorias, por lo que no se justifica el empleo Doppler en este tipo de pacientes.

9. CONCLUSIONES

El índice cerebroplacentario no es un predictor de resultados perinatales adversos en embarazos de término normoevolutivos.

No existe asociación significativa entre un ICP patológico y la vía de nacimiento.

Un índice cerebroplacentario patológico en embarazos normoevolutivos no predice apgar bajo, puntaje de Silverman Anderson, ingreso a cuidados intensivos neonatales, uso de oxígeno suplementario y uso de ventilación asistida al nacimiento, con una sensibilidad de 0 a 25%, y especificidad de 84 a 87%.

El presente trabajo aporta evidencia que no justifica el uso de Doppler para la medición de índice cerebroplacentario en embarazos de término normoevolutivos como predictor de resultados perinatales adversos, por lo que se continúa recomendando su uso en aquellos fetos con restricción del crecimiento intrauterino, bajo peso para la edad gestacional o bien en patologías maternas como preeclampsia. Cierta evidencia propone su medición en fetos sanos durante la fase latente del trabajo de parto, sin embargo este estudio se realizó en embarazos sin trabajo de parto; por lo que es una opción para futuras investigaciones con la finalidad de crear tablas de percentiles de acuerdo a la edad gestacional y relacionar la presencia de hipoxia intraparto con un valor específico de ICP durante este periodo.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Ropacka-Lesiak M, Korbela T, Swider-Musielak J, Breborowicz G. Índice cerebro placentario en predicción de resultado perinatal adverso y alteraciones de la frecuencia cardiaca fetal en embarazos no complicados de 40 semanas y más. REV CHIL OBSTET GINECOL 2015; 80: 520 – 522. doi: 10.4067/S0717-75262015000600014
2. Pimiento-Infante L, Beltrán-Avenidaño L. Restricción del crecimiento intrauterino: una aproximación al diagnóstico, seguimiento y manejo. Rev. Chil. Obstet. Ginecol. 2015; 80: 3. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75262015000600010>
3. Hauman M, Zapata J, Índice de Resistencia de las arterias umbilical y cerebral media fetal en gestaciones normales de 20 a 40 semanas. Ginecología y obstetricia 2000; 46:164-67
4. Turner J, Mitchel M, Kumar S. The physiology of intrapartum fetal compromise at term. American Journal of Obstetrics & Gynecology 2009. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2019.07.032>

5. Valenti E, Avila N, Amenabar S, Zanuttini E, Crespo H. RCIU Restricción del crecimiento intrauterino. Actualización del consenso de Obstetricia FASGO 2017.
6. Ventura-Laveriano W. Nazario-Redondo C. Significado clínico del doppler patológico en la arteria cerebral media en fetos del tercer trimestre. REV CHIL OBSTET GINECOL 2010; 75 (6): 405-10
7. Dall-Asta A, Ghi T, Rizzo G, Cancemi A, Aloisio F, et al. Early labor cerebroplacental ratio assessment in uncomplicated term pregnancies and prediction of adverse perinatal outcomes: a prospective, multicentre study. doi: 10.1002/uog.19113
8. Lees C, Visser G, Hecher K. Placental-fetal grow restriction. Edit. Cambridge. 2018.
9. Johnston M, Trescher W, Ishida A, Nakajima W. Neurobiology of hypoxic-ischemic injury in the developing brain. *Pediatr Res* 2001; 49(6):735-41
10. Palacio M, Figueras F, Zamora L, Jiménez JM, Puerto B, Coll O, et al. Reference ranges for umbilical and middle cerebral artery pulsatility index and cerebroplacental ratio in prolonged pregnancies. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2004; 24(6):647-53.
11. Baschat A, Gembruch U. The cerebroplacental doppler ratio revisited. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; 21(2):124-7.
12. Low JA, Pickersgill H, Killen H, Derrick EJ. The prediction and prevention of intrapartum fetal asphyxia in term pregnancies. *Am J Obstet Gynecol* 2001; 184:72430?
13. Prior T, Mullins E, Bennett P, Kumar S. Prediction of Fetal Compromise in Labor. *Obstet Gynecol*. 2014 Jun; 123(6):1263-71

14. Morales-Roselló J, Khalil A, Morlando M, Bhide A, Papageorghiou A, Thilaganathan B. Poor neonatal acid-base status in term fetuses with low cerebroplacental ratio. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2015; 45(2):156-61.
15. Khalil AA, Morales-Rosello J, Elsaddig M, Khan N, Papageorghiou A, Bhide A, Thilaganathan B. The association between fetal Doppler and admission to neonatal unit at term. *Am J Obstet Gynecol.* 2015; 213(1):57.
16. N Bligh L, Alsolai AA, Greer RM, Kumar S. Cerebroplacental ratio thresholds measured within two weeks of birth and the risk of Cesarean section for intrapartum fetal compromise and adverse neonatal outcome. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2017.
17. Morales-Roselló J, Khalil A, Fornés-Ferrer V, Perales-Marín A. Accuracy of the fetal cerebroplacental ratio for the detection of intrapartum compromise in nonsmall fetuses. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2018; 21:1-11.
18. Prior T, Mullins E, Bennett P, Kumar S. Prediction of intrapartum fetal compromise using the cerebroumbilical ratio: a prospective observational study. *Am J Obstet Gynecol* 2013; 208:124.
19. Bhide A, Acharya G, Bilardo CM, Brezinka C, Cafici D et al. ISUOG Practice Guidelines: use of Doppler ultrasonography in obstetrics. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2013; 41: 233–239.
20. Zavala-Coca CA, Pacheco-Romero J. Flujo venoso fetal e índice cerebroplacentario como indicadores de hipoxia fetal en gestantes preeclámpticas severas. *Rev. Peru. Ginecol. Obstet.* 2011; 53(3).
21. Graham EM, Ruis KA, Hartman AL, Northington FJ, Fox HE. A systematic review of the role of intrapartum hypoxia-ischemia in the causation of neonatal encephalopathy. *Am J Obstet Gynecol* 2008; 199:587-95.
22. Instituto Mexicano del Seguro Social. Diagnóstico y tratamiento de la asfixia neonatal. Catálogo maestro de guías de práctica clínica IMSS 632-13.

23. Flores-Compadre JL, Cruz F, Orozco G, Orozco G. Hipoxia perinatal y su impacto en el neurodesarrollo. *Revista Chilena de Neuropsicología* 2013; 8: 26-31.
24. Murguía-de Sierra MT, Lozano R, Santos JI. Mortalidad perinatal por asfixia en México: problema prioritario de salud pública por resolver. *Bol. Med. Hosp. Infant. Mex.* 2005; 62: 375-83.
25. Organización mundial de la salud. https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2011/newborn_deaths_20110830/es/
26. Carrera-Muiños S, Hernández-Sarmiento M, Fernández-arrocera MA, CorderoGonzalez G, Corral-Kassian E, et al. Mortalidad neonatal en una institución de tercer nivel de atención. *Rev de Perinatología y reproducción humana* 2016; 30: 97-102.
27. Seco C, Moreno F, Haya J, Garrido A, Uguet C, et al. El índice cerebroplacentario como predictor de malos resultados perinatales. Evaluación en una población no seleccionada. Elsevier. Madrid. 2000; 43: 7-12
28. Benson B, Doubilet P. Fetal Measurements: Normal and Abnormal Fetal Growth and Assessment of Fetal Well-Being. *Diagnostic Ultrasound*, Chapter 42, 1443-1464
29. Shaheen S, Immam A, Ibne S. Doppler cerebroplacentar Ratio and Adverse Perinatal Outcome. *Journal of SAFOG*; 2014, 25-27.