



División de Ciencias Biológicas y de la Salud
Licenciatura en Medicina

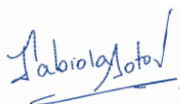
Proyecto de investigación de servicio social:

**"Evaluación del neurodesarrollo en pacientes con
antecedente de asfixia perinatal mediante la escala
WPPSI-III y su asociación con factores de riesgo
perinatales"**

Por:

Alejandro Esaúl Aguiñaga Báez
2183070897

Asesor:



Asesora Interna: Mtr. Fabiola Soto Villaseñor

Lugar y periodo de realización:

Centro de Investigación del Neurodesarrollo
UAM Xochimilco/ Instituto Nacional de Pediatría

1ro de agosto de 2024 a 31 de julio de 2025

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. FACTORES DE RIESGO	5
3. FISIOPATOLOGÍA	5
3.1. Secuelas	6
4. LA ESCALA DE INTELIGENCIA DE WECHSLER PARA PREESCOLAR Y PRIMARIA - TERCERA EDICIÓN (WPPSI-III): FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y APLICACIONES CLÍNICAS.	6
4.1. Introducción	6
4.2. Marco Histórico y Evolución Conceptual	6
4.3. Características Estructurales y Organización Psicométrica	7
4.3.1. Arquitectura de Puntuaciones Compuestas	7
4.3.2. Diferenciación por Bandas Etarias	7
4.3.3. Dominios Cognitivos Evaluados	7
4.3.4. Aplicaciones Clínicas, Evaluación Diferencial y Diagnóstica	8
4.3.5. Estandarización y Muestras Normativas	8
4.3.6. Confiabilidad y Consistencia	8
5. OBJETIVO GENERAL:	9
5.1. Objetivos específicos.	9
6. METODOLOGÍA.	9
7. ACTIVIDADES REALIZADAS	10
8. OBJETIVOS Y METAS ALCANZADAS	11
8.1. Conocer las diferentes cohortes de estudio disponibles en el Centro de Investigación del Neurodesarrollo (CIND):	11
8.2. Adquirir conocimientos teóricos sobre la asfixia perinatal y su relación con el neurodesarrollo infantil:	11
8.3. Desarrollar habilidades en el uso del software estadístico GraphPad Prism y comprender la estructura de la base de datos:	11
8.4. Aplicar herramientas estadísticas para explorar relaciones entre factores perinatales y puntajes obtenidos en la escala WPPSI-III:	11
8.5. Interpretar los resultados derivados del análisis estadístico con base en los objetivos del estudio:	11
8.6. Integrar los hallazgos y elaborar el producto final del proyecto:	12
9. RESULTADOS	12
9.1. Comparación por grupos de edad respecto a factores de riesgo perinatales.	13
9.3. Interpretación general y relevancia clínica.	16
10. DISCUSIÓN	16
11. CONCLUSIÓN.	19
12. RECOMENDACIONES.	19
13. BIBLIOGRAFÍA:	20

1. INTRODUCCIÓN

La asfixia perinatal constituye un síndrome clínico complejo que se manifiesta como una alteración severa del intercambio gaseoso durante el período perinatal, caracterizado por hipoxia tisular, retención de dióxido de carbono y desarrollo de acidosis metabólica [1]. Este trastorno representa una interrupción crítica en los procesos fisiológicos normales de oxigenación que pueden ocurrir antes, durante o inmediatamente después del nacimiento, comprometiendo la viabilidad celular y la función orgánica [2].

A nivel mundial, esta patología representa uno de los desafíos más significativos en medicina perinatal, afectando aproximadamente 4 millones de neonatos cada año y contribuyendo a la muerte de cerca de 1 millón de recién nacidos anualmente [3]. La distribución geográfica de esta condición revela profundas inequidades en salud global. Mientras que en naciones con sistemas sanitarios desarrollados la frecuencia oscila entre 1-6 casos por cada 1000 nacidos vivos, los países con recursos limitados experimentan tasas hasta 26 veces superiores por cada 1000 nacimientos [3]. Esta disparidad epidemiológica refleja las brechas existentes en infraestructura sanitaria, acceso a atención obstétrica especializada y disponibilidad de tecnologías perinatales avanzadas [3].

Las implicaciones de la asfixia perinatal son particularmente graves. La letalidad durante el período neonatal inmediato fluctúa entre 15-20% de los casos afectados [3]. Entre los supervivientes, aproximadamente una cuarta parte desarrollará compromiso neurológico permanente, manifestándose como parálisis cerebral, alteraciones del desarrollo psicomotor, déficits cognitivos y diversos trastornos del neurodesarrollo [2,3].

La encefalopatía hipóxico-isquémica emerge como la complicación neurológica más devastadora asociada a este síndrome. Una investigación colaborativa internacional conducida por la Red de la Sociedad Iberoamericana de Neonatología, que analizó 2,849 casos procedentes de seis países latinoamericanos, documentó una prevalencia del 5.1% para esta complicación. El análisis de severidad reveló una distribución heterogénea: formas leves en 19%, moderadas en 25%, severas en 29%, y casos de gravedad indeterminada en 27%. La letalidad asociada alcanzó el 42%, mientras que únicamente el 13% de los pacientes recibieron tratamiento neuroprotector con hipotermia terapéutica [4].

En México, esta patología ocupa una posición prominente entre las causas de mortalidad neonatal. Investigaciones institucionales en centros hospitalarios han identificado que representa el 13% de todas las defunciones neonatales [5]. Esta tendencia encuentra respaldo en análisis epidemiológicos regionales que la posicionan como una de las dos causas predominantes de muerte neonatal,

alcanzando el 34.4% de los casos en el Estado de México durante la década 2007-2016 [6].

Los registros epidemiológicos nacionales históricos confirman la magnitud de esta problemática. Durante 2003, el país registró 2,271,700 nacimientos acompañados de 20,806 muertes neonatales, siendo la asfixia neonatal responsable de 10,277 defunciones, representando prácticamente la mitad (49.4%) de toda la mortalidad neonatal nacional [7]. Estas cifras evidencian la urgente necesidad de fortalecer los programas preventivos y las capacidades terapéuticas institucionales.

2. FACTORES DE RIESGO

Diversos factores obstétricos se han identificado como significativamente asociados con un mayor riesgo de desarrollo de asfixia perinatal. Entre ellos, el desprendimiento prematuro de placenta se relaciona con un incremento notable del riesgo (OR = 41.09; IC 95%: 4.61–366.56) [8], seguido por una fase expulsiva prolongada del parto (OR = 31.76; IC 95%: 8.33–121.19) [8], y la presencia de líquido amniótico teñido de meconio (AOR = 29.2; IC 95%: 12.0–71.1) [8]. Asimismo, la preeclampsia o hipertensión inducida por el embarazo se asoció con un aumento del riesgo 12.4 veces mayor (AOR = 12.4; IC 95%: 4.17–37.15) [9], mientras que la primiparidad también se vinculó a un incremento significativo del riesgo (AOR = 5.5; IC 95%: 2.5–12.3) [9]. De igual manera se han identificado factores fetales asociados a la asfixia perinatal tales como circular de cordón (AOR = 5.67; IC 95%: 1.66–19.3) [9], prematuridad (OR = 3.66; IC 95%: 1.71–7.82) [10] y la restricción del crecimiento intrauterino (OR = 9.05; IC 95%: 2.14–38.27) [10].

3. FISIOPATOLOGÍA

Los mecanismos fisiopatológicos subyacentes involucran una secuencia dinámica de eventos celulares y moleculares iniciados por el compromiso del aporte de oxígeno y que persisten durante la fase de restauración circulatoria. Este patrón bifásico de daño tisular desencadena múltiples vías de lesión celular, incluyendo colapso energético, toxicidad por neurotransmisores excitatorios, generación de radicales libres, respuesta inflamatoria y activación de programas de muerte celular programada [11,12]. El entendimiento de estos procesos patogénicos ha sido instrumental para el desarrollo de intervenciones neuroprotectoras, siendo la hipotermia controlada la única estrategia con evidencia clínica robusta de efectividad [11].

La variable temporal constituye un factor determinante crucial en el desenlace clínico. Estudios experimentales demuestran que las posibilidades de supervivencia se deterioran precipitadamente tras 16 minutos de privación de oxígeno, siendo prácticamente nulas después de 22 minutos, con una letalidad

del 50% estimada a los 19 minutos de hipoxia sostenida. Las alteraciones metabólicas incluyen agotamiento secuencial del trifosfato de adenosina, iniciándose en el tejido renal, progresando al miocardio y finalmente al tejido nervioso, con depleción máxima después de 20 minutos de hipoxia [13].

3.1. Secuelas

Las consecuencias neurológicas a largo plazo constituyen una preocupación central tanto para las familias como para los sistemas sanitarios. Estudios de cohorte han establecido que aproximadamente el 36% de los pacientes que experimentan asfixia perinatal manifiestan secuelas neurológicas detectables a los dos años de vida, siendo las alteraciones del desarrollo psicomotor la manifestación predominante [14]. Esta elevada frecuencia de complicaciones tardías subraya la importancia crítica de establecer programas de vigilancia neurológica prolongada y de continuar desarrollando alternativas terapéuticas más eficaces para prevenir y mitigar las consecuencias de esta condición.

4. LA ESCALA DE INTELIGENCIA DE WECHSLER PARA PREESCOLAR Y PRIMARIA - TERCERA EDICIÓN (WPPSI-III): FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y APLICACIONES CLÍNICAS.

4.1. Introducción

La evaluación del desarrollo cognitivo en la primera infancia constituye uno de los desafíos más complejos y significativos en el ámbito de la psicología clínica y educativa contemporánea. Durante estos años formativos, los niños experimentan transformaciones neurocognitivas aceleradas que sientan las bases para el aprendizaje posterior y el funcionamiento adaptativo general [15,16]. En este contexto, la Escala de Inteligencia de Wechsler para Preescolar y Primaria - Tercera Edición (WPPSI-III, Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence) emerge como una herramienta clínica fundamental para la comprensión y evaluación sistemática de las capacidades intelectuales en población infantil temprana [15].

4.2. Marco Histórico y Evolución Conceptual

La WPPSI-III representa la culminación de más de cuatro décadas de investigación y refinamiento en la evaluación de la inteligencia preescolar. Desarrollada originalmente por David Wechsler en 1967, esta escala ha evolucionado considerablemente a través de sus sucesivas revisiones: la WPPSI-R en 1989 y la WPPSI-III en 2002, reflejando los avances sustanciales en la comprensión teórica de la inteligencia, la neuropsicología cognitiva del desarrollo y las metodologías psicométricas modernas [17,18].

4.3. Características Estructurales y Organización Psicométrica

4.3.1. Arquitectura de Puntuaciones Compuestas

La WPPSI-III genera una constelación de puntuaciones compuestas que proporcionan un perfil comprensivo del funcionamiento intelectual [17,18]:

- Cociente Intelectual Total (FSIQ): Representa la capacidad intelectual general y constituye el indicador más robusto del funcionamiento cognitivo global.
- Cociente Intelectual Verbal (VIQ): Evalúa competencias relacionadas con el procesamiento y manipulación de información verbal, incluyendo vocabulario, comprensión conceptual y razonamiento verbal.
- Cociente Intelectual de Ejecución (PIQ): Mide habilidades visoespaciales, constructivas y de razonamiento no verbal.
- Velocidad de Procesamiento (PSI): Cuantifica la eficiencia en el procesamiento de información visual simple bajo condiciones de presión temporal.
- Compuesto General de Lenguaje (GLC): Proporciona una medida específica de las competencias lingüísticas receptivas y expresivas.

4.3.2. Diferenciación por Bandas Etarias

La estructura del WPPSI-III incorpora una diferenciación sofisticada por grupos de edad que refleja las discontinuidades cualitativas en el desarrollo cognitivo [17,18]:

- Banda de 2:6 a 3:11 años: Incluye cinco subpruebas centrales que evalúan capacidades emergentes fundamentales, reconociendo las limitaciones atencionales y motivacionales características de esta etapa del desarrollo.
- Banda de 4:0 a 7:3 años: Comprende siete subpruebas que permiten una evaluación más diferenciada y compleja, aprovechando las mayores capacidades metacognitivas y de autorregulación disponibles en este rango etario.

4.3.3. Dominios Cognitivos Evaluados

El WPPSI-III abarca múltiples dominios cognitivos fundamentales [17,18]:

- Razonamiento Verbal y Formación Conceptual: Evaluados a través de subpruebas como; Vocabulario e Información, que miden la amplitud del conocimiento verbal y la capacidad de abstracción conceptual.
- Procesamiento Visoespacial: Incluye tareas como Ensamblaje de Objetos y Conceptos con Dibujos, que evalúan la capacidad de manipular mentalmente información espacial.

- Memoria de Trabajo: Medida mediante subpruebas que requieren el mantenimiento y manipulación activa de información en la memoria a corto plazo.
- Velocidad de Procesamiento: Evaluada a través de tareas como Claves y Búsqueda de Símbolos, que miden la eficiencia del procesamiento cognitivo bajo presión temporal.

4.3.4. Aplicaciones Clínicas, Evaluación Diferencial y Diagnóstica

La WPPSI-III desempeña un papel central en la evaluación neuropsicológica infantil, permitiendo [17,18]:

1. Identificación de Retrasos del Desarrollo: La detección temprana de dificultades cognitivas permite implementar intervenciones durante períodos críticos de plasticidad neuronal.
2. Evaluación de Altas Capacidades: El instrumento facilita la identificación de niños con capacidades intelectuales superiores, informando decisiones sobre programas educativos especializados.
3. Caracterización de Perfiles Cognitivos: Permite identificar patrones específicos de fortalezas y debilidades que pueden orientar intervenciones personalizadas.
4. Evaluación Pre y Post-Intervención: Proporciona medidas sensibles para monitorear cambios en el funcionamiento cognitivo tras intervenciones terapéuticas o educativas.

4.3.5. Estandarización y Muestras Normativas

La solidez psicométrica de la WPPSI-III se fundamenta en procesos de estandarización rigurosos que incluyeron muestras representativas de entre 805 y 1,700 niños en diferentes contextos culturales y geográficos. Estas muestras fueron estratificadas según variables demográficas relevantes (edad, género, nivel socioeconómico, origen étnico) para asegurar la representatividad y generalización de los resultados normativos [17,19].

4.3.6. Confiabilidad y Consistencia

Los coeficientes de confiabilidad de las escalas compuestas oscilan entre .89 y .95, indicando excelente consistencia interna y estabilidad temporal. Estos valores superan los estándares mínimos establecidos para instrumentos de evaluación clínica y son comparables a los obtenidos por otras escalas de inteligencia de reconocido prestigio [20,21].

En síntesis, la WPPSI-III representa un instrumento de evaluación neuropsicológica de excepcional sofisticación técnica y relevancia clínica para la comprensión del desarrollo cognitivo en la primera infancia. Su fundamentación teórica sólida, propiedades psicométricas robustas y versatilidad aplicativa la posicionan como una herramienta indispensable tanto en contextos clínicos como educativos para una amplia variedad de necesidades evaluativas. La continua investigación sobre sus propiedades métricas y aplicabilidad transcultural asegura su relevancia continuada en el panorama contemporáneo de la evaluación psicológica infantil, contribuyendo significativamente a la identificación temprana de dificultades del desarrollo y a la implementación de intervenciones basadas en evidencia que optimicen el potencial cognitivo de niños en etapas críticas de su desarrollo neuropsicológico [20,21].

5. OBJETIVO GENERAL:

Evaluar el desarrollo de pacientes con antecedente de asfixia perinatal mediante la escala WPPSI-III, y analizar su relación con los factores de riesgo perinatales identificados.

5.1. Objetivos específicos.

1. Aplicar la escala WPPSI-III en pacientes con antecedente de asfixia perinatal para identificar alteraciones en el desarrollo cognitivo.
2. Describir los factores de riesgo perinatales presentes en la población estudiada.
3. Establecer la asociación entre los factores de riesgo perinatales identificados y los puntajes obtenidos en la escala WPPSI-III.

6. METODOLOGÍA.

Se realizó un estudio de cohorte observacional, retrospectivo y longitudinal en niños con edades de 0 a 72 meses.

Se llevó a cabo un seguimiento mediante evaluaciones en el neurodesarrollo aplicadas en el CIND, desde los 0 hasta los 72 meses, y se realizó un análisis de la relación entre la presencia de factores de riesgo identificados en esta muestra y su desempeño en la valoración del WPPSI-III.

Para el análisis de los datos obtenidos durante las valoraciones, se utilizó el programa estadístico GraphPad Prism en su octava versión. Se realizó una evaluación general de las distintas pruebas sin considerar factores de riesgo para ello se dividieron las mediciones en dos grupos en función del promedio de edad a la que se aplicó la prueba (34 meses) y se compararon los grupos mediante la prueba de U de Mann--Whitney ($p < 0.05$). Por otro lado se analizaron los

factores de riesgo dividiendo a los pacientes en grupos que sí presentaban el factor de riesgo y estaban por encima de 34 meses, los que presentaban el factor y estaban por debajo de 34 meses, los que no presentaban el factor de riesgo y estaban por encima de 34 meses y los que no presentaron el factor de riesgo y estaban por debajo de 34 meses, dichos grupos fueron analizados por una prueba de Kruskal--Wallis con una prueba de Dunnett post hoc ($p < 0.05$).

7. ACTIVIDADES REALIZADAS

"Evaluación del neurodesarrollo en pacientes con antecedente de asfixia perinatal mediante la escala WPPSI-III y su asociación con factores de riesgo perinatales"

Bimestre	Objetivo	Actividades realizadas
Agosto - Septiembre 2024	Conocer las diferentes cohortes de estudio disponibles en el Centro de Investigación del Neurodesarrollo (CIND)	Familiarización con las líneas de investigación activas, comprendiendo criterios de inclusión, población objetivo y metodología aplicada en la cohorte de pacientes con antecedente de asfixia perinatal.
Octubre - Noviembre 2024	Adquirir conocimientos teóricos sobre la asfixia perinatal y su relación con el neurodesarrollo infantil.	Búsqueda, selección y análisis de literatura científica actualizada sobre asfixia perinatal, desarrollo cognitivo en la infancia y uso de escalas como la WPPSI-III.
Diciembre 2024 - Enero 2025	Desarrollar habilidades en el uso del software estadístico y comprensión de la base de datos.	Familiarización con el programa GraphPad Prism y análisis de la estructura de la base de datos provenientes de evaluaciones aplicadas a pacientes con antecedentes de asfixia perinatal.
Febrero - Marzo 2025	Aplicar herramientas estadísticas para explorar relaciones entre factores perinatales y puntajes obtenidos en la escala WPPSI-III	Análisis estadístico utilizando GraphPad Prism, orientado a identificar asociaciones entre variables clínicas perinatales y el desarrollo neurocognitivo medido con la escala WPPSI-III.
Abril - Mayo 2025	Interpretar los resultados derivados del análisis estadístico con base en los objetivos del estudio.	Análisis de resultados, identificación de patrones significativos y elaboración preliminar de la discusión en relación con la literatura revisada.
Junio - Julio 2025	Integrar los hallazgos y elaborar el producto final del proyecto.	Redacción del informe final del proyecto de investigación, incluyendo introducción, metodología, análisis, discusión, conclusiones y recomendaciones basadas en los resultados obtenidos.

Tabla 1. Actividades realizadas con base en objetivos y bimestre de elaboración

8. OBJETIVOS Y METAS ALCANZADAS

8.1. Conocer las diferentes cohortes de estudio disponibles en el Centro de Investigación del Neurodesarrollo (CIND):

Se logró la familiarización exitosa con las líneas de investigación activas del centro, comprendiendo los criterios de inclusión, población objetivo y metodología aplicada específicamente en la cohorte de pacientes con antecedente de asfixia perinatal. Esto incluyó el trabajo directo con las bases de datos y el seguimiento de evaluaciones neurológicas desde los 0 hasta los 72 meses de edad.

8.2. Adquirir conocimientos teóricos sobre la asfixia perinatal y su relación con el neurodesarrollo infantil:

Se completó exitosamente la búsqueda, selección y análisis de literatura científica actualizada sobre asfixia perinatal, desarrollo cognitivo en la infancia y el uso de la escala WPPSI-III. Se estableció una fundamentación teórica sólida que incluye factores de riesgo, fisiopatología y secuelas neurológicas asociadas a esta condición.

8.3. Desarrollar habilidades en el uso del software estadístico GraphPad Prism y comprender la estructura de la base de datos:

Se adquirió competencia en el manejo del programa GraphPad Prism octava versión y se logró la comprensión integral de la estructura de datos provenientes de evaluaciones aplicadas a pacientes con antecedentes de asfixia perinatal, preparando el terreno para análisis estadísticos complejos.

8.4. Aplicar herramientas estadísticas para explorar relaciones entre factores perinatales y puntajes obtenidos en la escala WPPSI-III:

Se ejecutaron análisis estadísticos especializados utilizando GraphPad Prism, incluyendo la división de grupos por edad (34 meses como punto de corte), aplicación de pruebas de U de Mann--Whitney para comparaciones generales, y pruebas de Kruskal--Wallis con post hoc de Dunnett para analizar factores de riesgo específicos, orientados a identificar asociaciones significativas entre variables clínicas perinatales y el desarrollo neurocognitivo.

8.5. Interpretar los resultados derivados del análisis estadístico con base en los objetivos del estudio:

Se completó el análisis integral de resultados, identificando patrones significativos en la relación entre factores de riesgo perinatales (como

desprendimiento prematuro de placenta, fase expulsiva prolongada, líquido amniótico meconial, preeclampsia, circular de cordón y prematuridad) y el desempeño cognitivo medido con la escala WPPSI-III, estableciendo las bases para la elaboración de la discusión científica.

8.6. Integrar los hallazgos y elaborar el producto final del proyecto:

Se logró la redacción e integración completa del informe final del proyecto de investigación "Evaluación del neurodesarrollo en pacientes con antecedente de asfixia perinatal mediante la escala WPPSI-III y su asociación con factores de riesgo perinatales", incluyendo introducción fundamentada, metodología detallada, análisis estadístico, discusión basada en evidencia, conclusiones pertinentes y recomendaciones clínicas derivadas de los resultados obtenidos.

9. RESULTADOS

En el presente estudio se incluyeron 82 pacientes con antecedente de asfixia perinatal, con un promedio de edad de 34 meses (rango: 0–72 meses). La asfixia perinatal se reconoce como una de las principales causas de daño neurológico en la infancia, asociada con una amplia gama de secuelas que incluyen parálisis cerebral, epilepsia, déficit cognitivo, alteraciones en el lenguaje y problemas conductuales. La inclusión de una muestra amplia y heterogénea permitió explorar las variaciones individuales en la evolución del neurodesarrollo en función de diferentes factores de riesgo perinatales.

De la cohorte total, en 35 pacientes se aplicó la escala WPPSI-III (Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence, tercera edición), una herramienta estandarizada que evalúa el desarrollo cognitivo en población infantil a través de subescalas específicas que abarcan razonamiento verbal, razonamiento perceptivo, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento. Esta prueba resulta de particular utilidad en niños pequeños, ya que permite obtener un coeficiente intelectual total (CIT) y puntajes diferenciados en dominios clave del desarrollo cognitivo y lingüístico.

Se realizó un análisis de correlación entre la presencia de factores de riesgo perinatales y los puntajes obtenidos en la WPPSI-III. Los factores de riesgo considerados fueron:

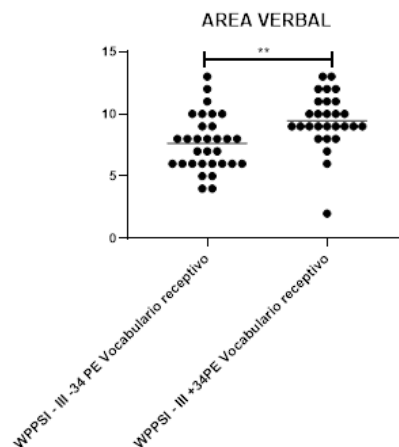
1. Número de días de intubación, como indicador de severidad clínica y compromiso respiratorio.
2. Crisis convulsivas, reconocidas como un marcador temprano de disfunción neurológica y mayor riesgo de daño cortical.

3. Hallazgos en tomografía computarizada (TAC), empleados para identificar lesiones estructurales o alteraciones cerebrales asociadas con hipoxia-isquemia.
4. Duración de la estancia intrahospitalaria, reflejo indirecto de la gravedad del cuadro inicial y la necesidad de cuidados médicos prolongados.

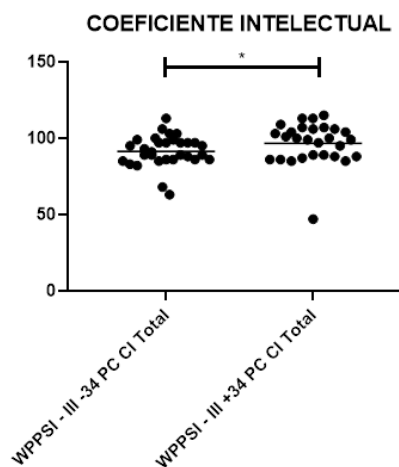
9.1. Comparación por grupos de edad respecto a factores de riesgo perinatales.

Al comparar el desempeño entre los pacientes menores y mayores de 34 meses, se observaron diferencias estadísticamente significativas en tres áreas principales:

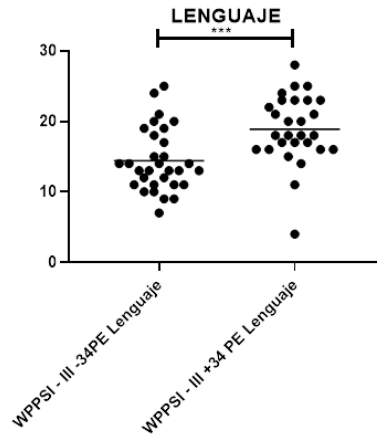
- Área verbal ($p < 0.01$)



- Coeficiente intelectual total ($p < 0.05$)



- Lenguaje ($p < 0.001$)

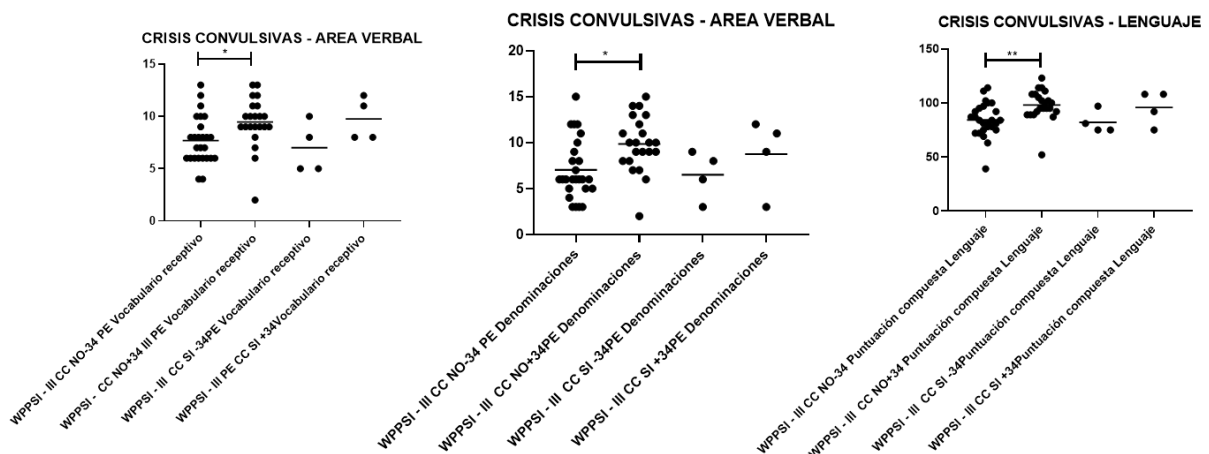


Los niños mayores de 34 meses mostraron un mejor rendimiento global, lo cual sugiere que la edad constituye un factor determinante en la evolución cognitiva y lingüística. Este hallazgo puede interpretarse en el marco de dos fenómenos:

- La plasticidad cerebral, entendida como la capacidad del cerebro infantil para reorganizar funciones y establecer nuevas conexiones sinápticas después de una lesión temprana.
- La estimulación ambiental progresiva, ya que los niños más grandes han tenido mayor exposición a interacciones sociales, estimulación lingüística y experiencias de aprendizaje, factores que potencian la recuperación o compensación funcional.

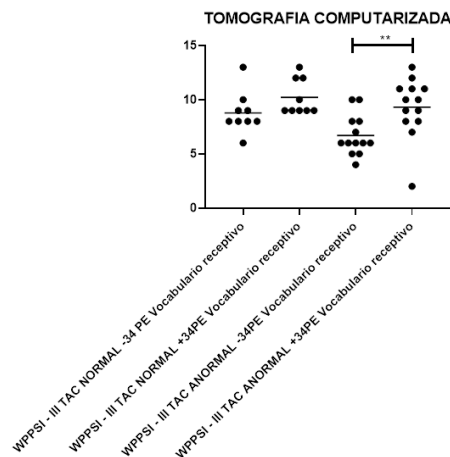
9.2. Factores de riesgo perinatales y su relación con el desempeño cognitivo.

1. Factor de riesgo: Crisis convulsivas



La presencia de crisis convulsivas se asoció con un peor rendimiento en las pruebas cognitivas y de lenguaje, siendo esta diferencia más marcada en el grupo de menores de 34 meses. Este resultado es consistente con la literatura, donde las convulsiones se consideran un marcador de mal pronóstico neurológico, ya que reflejan daño cortical temprano y aumentan la probabilidad de epilepsia posterior, déficits cognitivos persistentes y retraso en la adquisición del lenguaje.

2. Factor de riesgo: Hallazgos en tomografía computarizada (TAC)



De manera inesperada, los pacientes con alteraciones en la TAC presentaron un mejor desempeño en vocabulario receptivo en comparación con aquellos con estudios tomográficos normales. Este hallazgo puede explicarse por varias razones:

- Posibles sesgos de selección en la muestra, dado que los pacientes con hallazgos estructurales suelen recibir mayor seguimiento clínico y terapéutico (estimulación temprana, terapias del lenguaje, programas de rehabilitación).
- La limitación de la TAC como herramienta diagnóstica, pues puede subestimar el grado de compromiso funcional cerebral en comparación con otras técnicas más sensibles como la resonancia magnética.
- Un posible efecto compensatorio en estos pacientes, quienes al ser identificados tempranamente como de “alto riesgo neurológico” pudieron recibir una intervención precoz que favoreció el desarrollo de ciertas áreas específicas.

3. Factores de riesgo: Número de días de intubación y estancia intrahospitalaria

Estas dos variables no mostraron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento cognitivo medido por la WPPSI-III. Esto sugiere que, en esta cohorte, dichos indicadores clínicos no se constituyeron como predictores relevantes del desarrollo neurocognitivo. Sin embargo, es importante señalar que

estos factores pueden interactuar con otras variables (como la calidad del cuidado médico, el acceso a terapias de estimulación o el entorno sociofamiliar), por lo que no deben descartarse completamente en estudios de mayor tamaño y con análisis multivariados.

9.3. Interpretación general y relevancia clínica.

En conjunto, los resultados del estudio muestran que:

- La edad es un factor crítico en la evaluación del desarrollo, reflejando tanto la maduración biológica como el efecto acumulativo de la estimulación ambiental.
- Las convulsiones constituyen el principal marcador de mal pronóstico, reforzando la necesidad de un diagnóstico temprano y un control estricto de las crisis para prevenir deterioro adicional.
- Los hallazgos contradictorios en TAC abren la posibilidad de explorar hipótesis relacionadas con la vigilancia clínica y la intervención temprana en pacientes con lesiones estructurales evidentes.
- Otros factores clínicos de severidad, como la intubación prolongada y la hospitalización, podrían no tener un impacto directo sobre el desarrollo cognitivo, al menos en esta cohorte, aunque sí reflejan la complejidad del cuadro inicial.

10. DISCUSIÓN

Los hallazgos de este estudio se enmarcan dentro del contexto epidemiológico global de la asfixia perinatal, condición que afecta aproximadamente a 4 millones de neonatos anualmente y constituye una causa preponderante de morbilidad y mortalidad perinatal [1,3]. La muestra de 82 pacientes con antecedente de asfixia perinatal analizada en esta investigación representa una contribución significativa al entendimiento de las secuelas neurocognitivas a largo plazo, especialmente considerando que en México esta patología representa el 13% de todas las defunciones neonatales y alcanzó el 34.4% de las causas de muerte neonatal en el Estado de México durante la década 2007–2016 [5,6].

La aplicación de la escala WPPSI-III en 35 de los 82 pacientes estudiados proporciona una evaluación sistemática y estandarizada del desarrollo cognitivo en esta población vulnerable. Esta herramienta, validada internacionalmente, permite una caracterización detallada de dominios específicos del funcionamiento intelectual, incluyendo razonamiento verbal, procesamiento visoespacial, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento [17,20].

Uno de los hallazgos más significativos del estudio fue la identificación de diferencias estadísticamente significativas en el desempeño cognitivo entre pacientes menores y mayores de 34 meses, particularmente en las áreas verbal ($p < 0.01$), coeficiente intelectual total ($p < 0.05$) y lenguaje ($p < 0.001$). Este patrón de recuperación progresiva es congruente con los principios fundamentales de la neuroplasticidad infantil y encuentra sustento teórico en múltiples líneas de investigación neurocientífica [15,16].

La superioridad del rendimiento en niños mayores sugiere que los procesos de reorganización cortical y compensación funcional requieren tiempo para consolidarse efectivamente. Durante los primeros años de vida, el cerebro mantiene una capacidad excepcional para establecer nuevas conexiones sinápticas y reorganizar circuitos neuronales dañados por la hipoxia-isquemia perinatal [2,11,12]. Este fenómeno, conocido como plasticidad cerebral adaptativa, se potencia significativamente mediante la exposición a estímulos ambientales enriquecidos, interacciones sociales complejas y experiencias de aprendizaje estructuradas [15,16].

El desarrollo del lenguaje, que mostró la diferencia más pronunciada ($p < 0.001$), refleja la naturaleza particularmente vulnerable pero también recuperable de los sistemas neuronales involucrados en el procesamiento lingüístico. Las regiones cerebrales responsables del lenguaje, incluyendo las áreas de Broca y Wernicke, así como las conexiones interhemisféricas que facilitan la integración semántica y sintáctica, pueden beneficiarse considerablemente de la estimulación lingüística acumulativa que ocurre naturalmente durante el desarrollo temprano [14,15].

La asociación identificada entre la presencia de crisis convulsivas y un peor rendimiento en las evaluaciones cognitivas y de lenguaje constituye un hallazgo de particular relevancia clínica, especialmente considerando que esta relación fue más pronunciada en el grupo de menores de 34 meses. Este resultado es consistente con la evidencia científica establecida que posiciona a las convulsiones neonatales como uno de los predictores más robustos de compromiso neurológico a largo plazo [4,8,9].

Desde una perspectiva fisiopatológica, las crisis convulsivas en el contexto de la asfixia perinatal representan una manifestación directa del daño cortical y subcortical inducido por la hipoxia-isquemia [11,12]. Los mecanismos subyacentes incluyen el colapso energético celular, la toxicidad por neurotransmisores excitatorios (particularmente glutamato), la generación masiva de radicales libres y la activación de cascadas inflamatorias que perpetúan el daño tisular más allá del período de hipoxia inicial [2,11,13].

La mayor susceptibilidad observada en menores de 34 meses puede explicarse por varios factores neurofisiológicos: inmadurez de sistemas

inhibitorios GABAérgicos, alta densidad de receptores NMDA, y procesos de mielinización en curso que pueden alterarse por la actividad convulsiva recurrente [11,12].

Uno de los resultados más interesantes del estudio fue la observación de que pacientes con alteraciones detectables en la tomografía computarizada (TAC) presentaron un mejor desempeño en vocabulario receptivo comparado con aquellos con estudios normales. Este hallazgo aparentemente contradictorio puede explicarse por sesgos de selección y una mayor vigilancia clínica y terapéutica en pacientes con hallazgos estructurales [7,14].

La literatura científica respalda la eficacia de las intervenciones tempranas en poblaciones de riesgo neurológico, donde programas de estimulación precoz durante períodos críticos de plasticidad cerebral favorecen la reorganización cortical adaptativa y el desarrollo de circuitos compensatorios [14,15]. Asimismo, es importante considerar las limitaciones de la TAC, cuya sensibilidad es menor frente a la resonancia magnética en la detección de lesiones hipóxico-isquémicas sutiles [22].

La ausencia de asociaciones estadísticamente significativas entre los días de intubación y la duración de la estancia intrahospitalaria con el rendimiento en la WPPSI-III constituye otro hallazgo relevante. Aunque se usan como indicadores de severidad clínica, su falta de correlación con el desarrollo cognitivo sugiere que la relación entre daño sistémico y secuelas neurocognitivas es más compleja, modulada por factores genéticos, metabólicos y contextuales [2,9,13].

Adicionalmente, variables sociofamiliares como el nivel educativo parental, la estimulación domiciliaria y el acceso a programas de seguimiento son determinantes del desarrollo neurocognitivo [14,15]. La omisión de estas variables en el análisis constituye una limitación metodológica.

Finalmente, los resultados refuerzan la necesidad de programas de seguimiento neurológico integral y prolongado para pacientes con antecedente de asfixia perinatal, con especial énfasis en aquellos con crisis convulsivas o factores de riesgo detectados en neuroimagen [4,9,14]. La implementación sistemática de escalas estandarizadas como la WPPSI-III [17,20], acompañada de equipos multidisciplinarios (neuropediatras, neuropsicólogos, terapeutas del lenguaje, fisioterapeutas, trabajadores sociales), constituye el abordaje óptimo para minimizar las secuelas a largo plazo.

El estudio presenta limitaciones metodológicas inherentes al diseño retrospectivo y al tamaño reducido de la muestra. Futuros estudios deberían emplear cohortes más amplias, diseños prospectivos y control de factores socioeconómicos, así como incorporar técnicas de neuroimagen avanzada (RM

de difusión, tractografía, espectroscopía) [22], que permitan correlacionar mejor los hallazgos estructurales con los déficits funcionales.

11. CONCLUSIÓN.

Este estudio proporciona evidencia valiosa sobre los patrones de recuperación neurocognitiva en pacientes con antecedente de asfixia perinatal, identificando factores de riesgo específicos que predicen un peor pronóstico y elementos que pueden estar asociados con una mejor evolución. Los hallazgos refuerzan la importancia crítica del seguimiento neurocognitivo estructurado, la implementación de programas de intervención temprana basados en evidencia y el desarrollo de estrategias terapéuticas personalizadas que consideren el perfil individual de factores de riesgo y fortalezas cognitivas.

La identificación de las crisis convulsivas como predictor robusto de mal pronóstico subraya la necesidad urgente de optimizar las estrategias de prevención, diagnóstico precoz y tratamiento agresivo de la actividad epiléptica en esta población. Paralelamente, los hallazgos contradictorios relacionados con la neuroimagen estructural destacan la complejidad de las relaciones entre daño anatómico, compensación funcional e intervenciones terapéuticas, enfatizando la necesidad de enfoques multifactoriales para la predicción pronóstica y la planificación terapéutica.

El patrón de mejora progresiva con la edad observado en múltiples dominios cognitivos proporciona esperanza y justificación científica para la inversión sostenida en programas de seguimiento a largo plazo e intervenciones terapéuticas prolongadas. La ventana de oportunidad para la optimización del neurodesarrollo se extiende significativamente más allá del período neonatal inmediato, sugiriendo que los esfuerzos terapéuticos mantenidos durante los primeros años de vida pueden generar beneficios funcionales sustanciales y duraderos.

Finalmente, estos resultados enfatizan la responsabilidad profesional y social de desarrollar sistemas de atención integral que aseguren el acceso equitativo a evaluaciones neurocognitivas especializadas y programas de intervención temprana para todos los niños con antecedente de asfixia perinatal, independientemente de su origen socioeconómico o geográfico. La implementación efectiva de estos sistemas de atención puede contribuir significativamente a la reducción de las disparidades en salud y a la optimización del potencial de desarrollo de esta población vulnerable.

12. RECOMENDACIONES.

En este estudio se presentan algunas limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. En primer lugar, se trata de una investigación de tipo

retrospectivo, lo que implica que algunos datos pudieron estar sujetos a sesgos propios de este tipo de diseño. Además, sólo 35 de los 82 pacientes completaron la evaluación WPPSI-III, limitando el poder estadístico.

Otra limitación importante es que el número de valoraciones de seguimiento no fue uniforme entre todos los pacientes, lo que podría haber influenciado la consistencia de los resultados obtenidos. No se contó con un grupo control de niños con desarrollo típico, ni se controló por factores socioeconómicos y nivel educativo parental.

A pesar de estas limitaciones, los hallazgos obtenidos ofrecen información relevante sobre las asociaciones entre factores de riesgo perinatales y el desarrollo neurológico. Se recomienda que futuras investigaciones consideren:

- **Diseño prospectivo** con cálculos de poder estadístico y tamaños de muestra adecuados
- **Protocolos estandarizados** de evaluación a los 12, 24, 36, 48 y 60 meses
- **Control de variables** socioeconómicas mediante instrumentos estandarizados
- **Estudios de intervención** ajuste de los efectos a partir de la presencia de intervención

13. BIBLIOGRAFÍA:

1. Fattuoni, C., Palmas, F., Noto, A., Fanos, V., & Barberini, L. (2015). Perinatal asphyxia: a review from a metabolomics perspective. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 20(4), 7000–7016. <https://doi.org/10.3390/molecules20047000>
2. Herrera, M. I., Kobiec, T., Kölliker-Frers, R., Otero-Losada, M., & Capani, F. (2020). Synaptoprotection in Perinatal Asphyxia: An Experimental Approach. *Frontiers in synaptic neuroscience*, 12, 35. <https://doi.org/10.3389/fnsyn.2020.00035>
3. Gillam-Krakauer, M., Shah, M., & Gowen Jr, C. W. (2024). Birth Asphyxia. In StatPearls. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430782>
4. Domínguez-Dieppa, F., Cardetti, M., Rodríguez, S., García-Alix, A., & Sola, A. (2021). Hypoxic Ischemic Encephalopathy in Units Reporting to the Ibero-American Society of Neonatology Network: Prevalence and Mortality. *MEDICC review*, 23(1), 30–34. <https://doi.org/10.37757/MR2021.V23.N1.7>
5. Pérez-Díaz, R., Rosas-Lozano, AL., Islas-Ruz, FG., Baltazar-Merino, RN., & Mata-Miranda, MP.. (2018). Estudio descriptivo de la mortalidad neonatal en un Hospital Institucional. *Acta pediátrica de México*, 39(1), 23-32. <https://doi.org/10.18233/apm1no1pp23-321537>

6. Ramírez Zamora, A. G., & Arceo Guzmán, M. E. (2018). Tendencia de las cinco principales causas de defunción en los menores de un año y la influencia que tienen sobre la tasa de mortalidad infantil, Estado de México, 2007–2016
7. Murguía-de Sierra, María Teresa, Lozano, Rafael, & Santos, José Ignacio. (2005). Mortalidad perinatal por asfixia en México: problema prioritario de salud pública por resolver. Boletín médico del Hospital Infantil de México, 62(5), 375-383. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-1146200500500012&lng=es&tlng=es.
8. Torres-Muñoz, J., Rojas, C., Mendoza-Urbano, D., Marín-Cuero, D., Orobio, S., & Echandía, C. (2017). Factores de riesgo asociados con el desarrollo de asfixia perinatal en neonatos en el Hospital Universitario del Valle, Cali, Colombia, 2010-2011. Biomedica : revista del Instituto Nacional de Salud, 37(0), 51–56. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v37i1.2844>
9. Berhe, Y. Z., Kebedom, A. G., Gebregziabher, L., Assefa, N. E., Berhe, L. Z., Mohammednur, S. A., Wellay, T., Berihu, G., Welearegay, A. T., Mitiku, M., & Teka, H. G. (2020). Risk Factors of Birth Asphyxia Among Neonates Born in Public Hospitals of Tigray, Northern Ethiopia. Pediatric health, medicine and therapeutics, 11, 13–20. <https://doi.org/10.2147/PHMT.S231290>
10. Romero, F., Herles, E., Lino, A., Rojas, F., Flores, M., Flores, V., & Gutiérrez, E. L. (2016). Factores asociados a asfixia perinatal en un hospital de Callao, Perú. Perinatología y Reproducción <https://doi.org/10.1016/j.rprh.2016.06.009>
11. Rainaldi, M. A., & Perlman, J. M. (2016). Pathophysiology of Birth Asphyxia. Clinics in perinatology, <https://doi.org/10.1016/j.clp.2016.04.002>
12. Albrecht, M., Zitta, K., Groenendaal, F., van Bel, F., & Peeters-Scholte, C. (2019). Neuroprotective strategies following perinatal hypoxia-ischemia: Taking aim at NOS. Free radical biology & medicine, 142, 123–131. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2019.02.025>
13. Morales, P., Bustamante, D., Espina-Marchant, P., Neira-Peña, T., Gutiérrez-Hernández, M. A., Allende-Castro, C., & Rojas-Mancilla, E. (2011). Pathophysiology of perinatal asphyxia: can we predict and improve individual outcomes? EPMA Journal, 2(2), 211-230. <https://doi.org/10.1007/s13167-011-0100-3>
14. Penela-Veléz de Guevara, M. T., Gil-López, S. B., Martín-Puerto, M. J., Romero-Escós, M. D., Herrera-Martín, M., & Urbón-Artero, A. (2006). Estudio descriptivo de la asfixia perinatal y sus secuelas [A descriptive study of perinatal asphyxia and its sequelae]. Revista de neurología, 43(1), 3–6.
15. Diamond, A. (2013). Executive functions. Annual Review of Psychology, 64, 135-168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
16. Zelazo, P. D., Anderson, J. E., Richler, J., Wallner-Allen, K., Beaumont, J. L., & Weintraub, S. (2013). NIH Toolbox Cognition Battery (CB): Measuring executive function and attention. Monographs of the Society for Research in Child Development, 78(4), 16-33. <https://doi.org/10.1111/mono.12032>

17. Wechsler, D. (2002). WPPSI-III: Technical and interpretive manual. The Psychological Corporation.
18. Flanagan, D. P., & Alfonso, V. C. (2017). Essentials of WISC-V assessment. John Wiley & Sons.
19. Lichtenberger, E. O., & Kaufman, A. S. (2013). Essentials of WPPSI-IV assessment. John Wiley & Sons.
20. Sattler, J. M., & Dumont, R. (2004). Assessment of children: WISC-IV and WPPSI-III supplement. Jerome M. Sattler Publisher.
21. Kaufman, A. S., & Kaufman, N. L. (2005). Specific learning disabilities and difficulties in children and adolescents: Psychological assessment and evaluation. Cambridge University Press.
22. Chau, V., Poskitt, K. J., Sargent, M. A., Lupton, B. A., Hill, A., Roland, E., Brant, R., & Miller, S. P. (2009). Comparison of computer tomography and magnetic resonance imaging scans on the third day of life in term newborns with neonatal encephalopathy. *Pediatrics*, 123(1), 319-326.
<https://doi.org/10.1542/peds.2008-0283>