

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS
Y ARTES DE CHIAPAS**

**FACULTAD DE CIENCIAS ODONTOLÓGICAS Y SALUD
PÚBLICA**

SUBSEDE VENUSTIANO CARRANZA

TESIS

**“INFLUENCIA DEL DOLOR EN EL
NEURODESARROLLO DEL NEONATO**

PREMATURO:

Una revisión documental”

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN FISIOTERAPIA

PRESENTAN

CELÍN VÁZQUEZ DE LA TORRE

NADIA NOEMÍ REYES LÓPEZ

Venustiano Carranza, Chiapas

Septiembre 2024



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS
Y ARTES DE CHIAPAS**

**FACULTAD DE CIENCIAS ODONTOLÓGICAS Y SALUD
PÚBLICA**

SUBSEDE VENUSTIANO CARRANZA

TESIS

**“INFLUENCIA DEL DOLOR EN EL
NEURODESARROLLO DEL NEONATO
PREMATURO:**

Una revisión documental”

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN FISIOTERAPIA

PRESENTAN

CELÍN VÁZQUEZ DE LA TORRE

NADIA NOEMÍ REYES LÓPEZ



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
SECRETARÍA GENERAL
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Venustiano Carranza, Chiapas
05 de septiembre del 2024

C. Celín Vázquez de la Torre

Pasante del Programa Educativo de: Licenciatura en fisioterapia

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

"Influencia del dolor en el neurodesarrollo del neonato prematuro: Una revisión documental."

En la modalidad de: TESIS PROFESIONAL

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

Lic. Jesús Arturo Urbina Torres

Mtra. Dania Yaneth López Hernández

Mtro. Roberto Rivera Borraz

Firmas:

Ccp. Expediente



Dedicatoria

“Dedicamos la presente investigación a nuestros amados y a aquellos pequeños que sufrieron, sufren o sufrirán dolor, y a aquellos padres y madres que con angustia habrán mirado el sufrimiento de sus hijos”.

Autores

Contenido

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	3
EL DOLOR COMO CAMPO DE INVESTIGACIÓN	3
1.1 ¿Por qué relacionar el dolor y el neurodesarrollo?	3
1.2 La población neonatal en México	7
Capítulo 2	11
Dolor en neonatos: Un acercamiento a otras investigaciones	11
2.1 Abordaje del dolor	12
Capítulo 3	16
EL GRAN NEURODESARROLLO HUMANO	16
3.1 El neurodesarrollo	17
3.2 Trastornos del neurodesarrollo	25
3.3. EL RECIÉN NACIDO PREMATURO	27
3.3.1 El embarazo	27
3.3.2 El recién nacido prematuro	28
3.3.3 Lesiones comunes neurológicas en el prematuro	30
3.3.4 El ambiente extrauterino vs neonato prematuro	30
CAPÍTULO 4	38
Dolor: ¿Es cierto que el Recién nacido siente dolor?	38
4.1 ¿Qué es el dolor?	38
4.2 Vías del dolor	43
4.3 Modulación del dolor	45
4.4 El dolor en recién nacidos	51
4.5 Procedimientos dolorosos en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCIN)	52
Tabla 1 Procedimientos dolorosos	52
4.6 Escalas de valoración del dolor en recién nacidos	53
Tabla 2 abla II Escalas más utilizadas para la valoración del dolor -	
CAPÍTULO 5	56
Metodología y resultados	56
5.1 Marco metodológico	56
5.2 Administración del formulario.	58

5.3 Limitaciones de investigación	58
5.4 Análisis y resultados	59
Tabla 3 Preguntas y respuestas de participantes de la primera pregunta de la segunda sección.	66
CONCLUSIONES	69
ANEXOS	70
GLOSARIO	74
Bibliografía	76

Ilustraciones

Ilustración 1 Tubo Neural -	19
Ilustración 2 Migración Neuronal.....	21
Ilustración 3 Vaina de mielina --	23
Ilustración 4 Vía Nociceptiva --.....	44
Ilustración 5 Estructura de una sinapsis química --.....	46
Ilustración 6 Receptores de NMDA -	50

Tablas

Tabla 1 Procedimientos dolorosos	52
Tabla 2 abla II Escalas más utilizadas para la valoración del dolor - http://www.1aria.com/docs/sections/areaDolor/escalasValoracion/EscalasValoracionDolor.pdf	53
Tabla 3 Preguntas y respuestas de participantes de la primera pregunta de la segunda sección.....	66

Graficas

Esquema Anexos 1 Pregunta 2 del formulario “Dolor en el recién nacido prematuro”	67
Esquema Anexos 2 Pregunta 6 del formulario “Dolor en el recién nacido prematuro”	68

INTRODUCCIÓN

El dolor en neonatos es un tema de creciente preocupación en el ámbito de la neonatología, especialmente cuando se trata de prematuros internados en unidades de cuidados intensivos neonatales (UCIN). Los recién nacidos, y particularmente los prematuros, son extremadamente vulnerables y sus experiencias de dolor pueden tener efectos profundos y duraderos en su desarrollo neurocognitivo y emocional.

El dolor en neonatos prematuros es una cuestión compleja que puede surgir debido a múltiples factores, incluyendo procedimientos médicos invasivos, infecciones, y la propia condición clínica del neonato. Este dolor no solo es una experiencia desagradable, sino que también puede tener consecuencias significativas en el neurodesarrollo. Investigaciones han demostrado que la exposición repetida al dolor puede alterar la arquitectura cerebral y afectar la formación de conexiones neuronales, lo cual puede influir en el desarrollo motor, cognitivo y emocional a largo plazo.

Dada la importancia de mitigar el dolor y sus posibles efectos negativos, es esencial implementar estrategias eficaces para el manejo del dolor en estos frágiles pacientes. Las intervenciones pueden incluir tanto medidas farmacológicas como no farmacológicas. Entre las estrategias no farmacológicas, la fisioterapia ha emergido como una opción prometedora. La fisioterapia neonatal, que incluye técnicas como el manejo del dolor a través de la estimulación táctil y la movilización temprana, puede contribuir significativamente al alivio del dolor y al bienestar general del neonato. Además, estas intervenciones pueden mejorar el desarrollo motor y la capacidad de adaptación del neonato, promoviendo un entorno más propicio para su crecimiento y desarrollo.

En este contexto, es crucial continuar investigando y refinando las estrategias para el manejo del dolor en neonatos prematuros. La integración de enfoques multidisciplinarios, que incluyan la fisioterapia, puede ofrecer un alivio más completo y contribuir a mejorar los resultados a largo plazo para estos pacientes vulnerables.

CAPÍTULO 1

EL DOLOR COMO CAMPO DE INVESTIGACIÓN

En la actualidad el dolor ha ido cambiando de enfoque en tratamiento y perspectiva como agente patológico capaz de generar alteraciones y disminuir la calidad de vida de quien lo padece.

Naturalmente, el dolor es un proceso fisiológico que permite al ser humano identificar posibles daños al cuerpo y perjudicarlo. El dolor es un proceso integrado y que involucra otros sistemas como el músculo esquelético y el sistema nervioso periférico que por medio del movimiento rápido y reflejo logran retirar o alejarse de la noxa, el proceso no se queda a nivel periférico también será regulado y mediado en las estructuras centrales y superiores del sistema nervioso central. Cuando el daño se logra instaurar, la inflamación genera dolor de forma aguda señalamiento de protección evitando mayores secuelas. Sin embargo, para desarrollar al dolor como patología se necesita que este se mantenga de forma crónica. A lo largo del estudio se verá el dolor desde toda su anchura y perspectiva desde la necesidad y su participación como una patología.

1.1 ¿Por qué relacionar el dolor y el neurodesarrollo?

Sabemos que el sistema de salud en México tiene muchas deficiencias y que existe un porcentaje alto de malos procedimientos a diferentes niveles, es decir en el cuidado de enfermedades crónicas específicas como el caso del manejo de diabetes, incluso en la manera en que se abordan diferentes procesos de recuperación y rehabilitación.

Lo que sucede dentro de nuestro sistema de salud es preocupante y más allá de la precariedad en

algunas instituciones, es necesario seguir adelantando procesos que aporten a mejoras directas y prontas en las formas de atender y relacionarnos con los pacientes y sus padecimientos. Dentro de esas problemáticas se encuentran las vinculadas al parto que, por un lado, se han adelantado iniciativas para procesos más humanizados que rompen con la tan mencionada violencia obstétrica, pero que también es necesario ver las condiciones necesarias para que, cada vez sean menos los bebés que tengan complicaciones al nacer y posterior al nacimiento como consecuencia de desconocimiento y malos procedimientos por parte del personal sanitario encargado.

A través del portal del gobierno de México, la subdirectora de Neonatología del Instituto nacional de perinatología (INPer) Irma Alejandra Coronado Zarco informó que en nuestro país nacen alrededor de 180 mil a 200 mil nacimientos con menos de 37 semanas de gestación, precisó que la prematuridad afecta la maduración de distintos órganos, principalmente el cerebro, con el consecuente riesgo de padecer parálisis cerebral, secuelas neurológicas, trastornos de la visión y que el período de hospitalización puede durar hasta 3 meses. Además, el instituto nacional de estadística y geografía (INEGI) en 2021, reportó que en Chiapas hubo 1195 muertes antes y durante el parto. Por lo que el estudio de la población neonatal es importante pues permite aportar conocimiento fructífero de tan anhelada transformación en nuestro sistema de salud.

Durante el servicio social prestado en el hospital Gilberto Gómez Maza se pudo observar que, en la unidad de cuidados intensivos neonatales (UCIN) se atienden a recién nacidos, incluidos a neonatos prematuros, quienes reciben atención especializada y se encuentran en estricto control médico, con el objetivo de mejorar su salud y contribuir a su desarrollo físico.

Sin embargo, para el desarrollo de estos pequeños pacientes, las intervenciones y el medio que se desarrollan las mismas pueden repercutir de manera negativa en su neurodesarrollo, debido a que el neonato prematuro no se encuentra físicamente preparado para enfrentar estímulos como la gravedad, la luz intensa, el volumen elevado de los sonidos y soportar las distintas intervenciones

médicas y de enfermería durante su estancia en la UCIN. Además, el dolor en los recién nacidos es una afección poco comprendida, incluso que para muchos profesionales de la salud el dolor en esta población no existe.

Crear el medio adecuado para que el neonato prematuro se desarrolle físicamente, y se promueva el neurodesarrollo debe ser una prioridad para fomentar su desarrollo integral y disminuir las secuelas producidas por la falta de madurez física. La contención y posicionamiento de neonatos prematuros son algunas técnicas de estimulación temprana con evidencia provechosa para el desarrollo físico de dicha población. Teniendo en cuenta todo lo anterior, se plantea que es necesario implementar acciones a favor de mejorar las condiciones del neurodesarrollo del neonato prematuro por medio de intervenciones de fisioterapia. Por ello, el presente trabajo pretende identificar estrategias que puedan servir como impulsoras positivas del manejo del dolor y el confort del neonato prematuro, así como describir herramientas que puedan ser de utilidad para el personal sanitario, encargados de la asistencia del recién nacido prematuro, incluyendo a los fisioterapeutas.

Las intervenciones como las punciones para diagnóstico o para la prevención de enfermedades, como las vacunas o el tamizaje pueden ocasionar dolor. El ambiente extrauterino es de difícil confort para el neonato prematuro y los factores como la luz constante, el ruido, la temperatura, las interrupciones del sueño, entre otros factores que se mencionarán más tarde en este estudio (factores extrauterinos de discomfort), incrementan el discomfort del paciente hospitalizado, el discomfort es mencionado en la NANDA (North American Nursing Diagnosis Association) incluyéndose como diagnóstico relacionadas a la posible aparición de ansiedad, alteraciones en el patrón del sueño, inquietud, llanto, verbalización, gemidos, entre otros elementos.

La definición del dolor según la Asociación internacional del dolor es: “Una experiencia sensitiva y emocional desagradable, asociada a una lesión tisular real o potencial” a partir de ello y

relacionándolo con una de las características definitorias del disconfort, la verbalización es importante para saber la intensidad del insulto, sin embargo, tratándose de una población en desarrollo y sin posibilidad del uso del habla, el profesional sanitario debe asumir que el fenómeno del dolor y las consecuencias que produce en el neonato deben tener un impacto a corto o a largo plazo en el neonato prematuro.

Teniendo presente la anterior definición de dolor, se pueden traer al tema varios de los procedimientos que, según el caso, se realizan en el recién nacido, tales como, pruebas diagnósticas que requieren sangre, punciones, sondas, retiro de fijaciones, aspiración orotraqueal e intubación orotraqueal; dichos procedimientos inciden o crean grados de disconfort en el neonato, es decir finalmente produce determinado grado de dolor.

Además, se puede pensar en el disconfort porque se sabe de las complicaciones que suelen reportarse: aumento alteraciones en la frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, presión intracraneal, tensión arterial sistémica, saturación de oxígeno, náuseas, vómito, midriasis y disminución del flujo sanguíneo periférico. Existe también aumento del catabolismo, del cortisol y de adrenalina, disminuyen los niveles de prolactina e insulina, además de las manifestaciones clínicas más conocidas como son llanto, insomnio y agitación.

Si bien, los procedimientos pueden ser necesarios para el cuidado del recién nacido que presenta alguna complicación, no se pueden pasar por alto que dichos procedimientos producen dolor en el recién nacido y esto, puede pensarse, debe tener alguna repercusión en su neurodesarrollo.

El dolor en el RNP está relacionado con deficiencias cognitivas en la edad primaria y adulta, existen estudios que han demostrado que el dolor presente en etapa fetal o neonatal es capaz de modificar estructuras cerebrales mostrando un aumento en la activación de la corteza somatosensorial, cíngulo anterior e ínsula y una disminución en el tamaño de la amígdala, tálamo y cerebro, impactando negativamente al neurodesarrollo como: déficit cognitivo, trastorno por déficit de

atención e hiperactividad (TDAH), ansiedad y depresión. Es durante el primer año de vida en que el cerebro del neonato es particularmente vulnerable no solo a eventos traumáticos graves o a la hipoxia, sino también a la experiencia de la hospitalización.

Hasta este punto ya tenemos claro que el dolor que experimenta el recién nacido si produce cambios o reacciones que en gran medida, se pasan por alto, al pensar que por su madurez neurológica no sienten dolor o por lo menos al no identificarlo no los afecta; Sin embargo el objetivo de esta investigación, es precisamente realizar una revisión documental que permita identificar las complicaciones o afectaciones que produce el dolor en el neurodesarrollo el recién nacido prematuro.

De esta manera se buscó conocer investigaciones que permitieran comprender cómo se ha abordado el tema del dolor; específicamente en el recién nacido prematuro y las diferentes creencias y posturas que existen sobre el mismo. Lo anterior también nos llevó a preguntarnos por intervenciones, tratamientos y técnicas empleadas en las UCIN a través de un cuestionario realizado a profesionales de la salud que actualmente están vinculados con el cuidado de neonatos en la UCIN.

Finalmente como se comentó en párrafos anteriores, la experiencia durante el servicio social nos permitió ver el constante movimiento y procedimientos que se hacían al recién nacido prematuro, esto, generó interés por este espacio y las posibilidades de mejoramiento en los procedimientos y en el bienestar de los pacientes; este interés se unió al gusto por los procesos del neurodesarrollo, dando como resultado la pregunta que guió esta investigación: ¿El dolor influye en el neurodesarrollo de los recién nacidos prematuros?

1.2 La población neonatal en México

Las poblaciones vulnerables como la de los recién nacidos prematuros, es una población que ha

ido en crecimiento en las últimas décadas. La OMS estima el nacimiento de 13,4 millones de prematuros o sea, que el porcentaje de prematuros ronda entre los 4% y 16 % de los nacidos en el 2020, su nivel de mortalidad lo coloca en la primera razón de muerte en menores de cinco años y las razones de muerte podrían disminuir si se toman acciones preventivas.

Se hace necesaria la investigación en esta población que se ve afectada por sus condiciones físicas, que al relacionarse con la inmadurez de sus estructuras corporales y procesos fisiológicos para sobrevivir en el ambiente extrauterino, sumado a ello la estructura social y económica de nuestro país con mayores restricciones en el sureste mexicano como lo es en Chiapas y Oaxaca.

Atender las necesidades de nuestros pacientes es una obligación que genera la atención y abordaje integral de cada individuo. Un tema importante para los fisioterapeutas es el manejo de dolor y precisamente, el neonato prematuro internado en la unidad de cuidados intensivos neonatales se le generan dolor y estrés ya sea por procedimientos intrahospitalarios, lesiones o enfermedades. Poner en perspectiva el futuro de los pacientes saliendo de internamiento del hospital deben ser objetivo de análisis y estudio para reconocer las posibilidades que el dolor y el estrés produce en los recién nacidos prematuros. El primer medio exterior que los prematuros encuentran es un quirófano, pronto serán llevados a una unidad de cuidados intensivos, si su capacidad de sobrevivir no es suficiente, lo que es muy común, para ser tratados por sus deficiencias e inmadurez física. Un equipo interdisciplinario lo apoyará hasta que sea capaz de mantenerse con vida solo, sin embargo, esa estancia será llena de procedimientos que aunque benéficos, quizá sean dolorosos y estresantes. Muchas madres esperan hospitalizadas, esperas que pueden ser largas y costosas para la familia y para el gasto público. El Instituto Mexicano de Seguridad Social o IMSS reportó en el 2022 el costo por hospitalización con cuidados intensivos y resultan en alrededor de 54 mil pesos por día, un día de incubadora puede llevar un costo de 10 mil 761 pesos para no derechohabientes. Por ello, apostar a la prevención y disminución de la

discapacidad en nuestra sociedad también debe ser un objetivo primordial para nuestros programas de salud pública.

Sumaremos un tercer problema: el dolor en el recién nacido y su influencia en el neurodesarrollo en proceso. El neurodesarrollo es un proceso muy dinámico que comienza en la etapa embrionaria de los humanos y continuará incluso después del nacimiento, atravesando toda la infancia. Dependiendo de la etapa sobre todo la primaria del neurodesarrollo es especialmente vulnerable a cambios que alteran su compleja directiva en la construcción del sistema nervioso central, cuando el dolor se suma a la ecuación puede ser infravalorado e infratratado. El dolor es una forma que el cuerpo humano utiliza para informar sobre alguna injuria a algún tejido presente o no. Sin embargo, si en adultos llega a ser un problema de salud, pues el dolor crónico modifica las estructuras nociceptivas y los circuitos inherentes a las vías del dolor y proyecciones cerebrales alterando otros circuitos cerebrales como el sueño y la misma percepción del dolor, cuán importante es estudiar el impacto del dolor en un cerebro en desarrollo, incluso en el alcance que pueda tener el dolor en otros sistemas, secuelas o daños colaterales que pueda ocasionar un estímulo doloroso.

En este punto del problema general se remarca en la siguiente pregunta ¿El dolor puede influir el neurodesarrollo del recién nacido prematuro? A partir de aquí, la relevancia del estudio comienza a poner en perspectiva las posibilidades de investigación y de tratamientos no solo para médicos, para enfermeros, sino también para el fisioterapeuta, que en un sistema como el nuestro, apenas resalta y se invierte en un profesional que entiende y contribuye al buen desarrollo neurológico del prematuro.

Generar los conocimientos, las herramientas y el campo de trabajo para el fisioterapeuta no será un camino holgado y fácil. Socialmente en México la carrera de la fisioterapia es joven y actualmente poco reconocida en sus capacidades y alcances en métodos y técnicas que coadyuven al beneficio del prematuro en la UCIN junto a las demás profesiones relacionadas al cuidado del neonato. Por

lo menos en Chiapas, el puesto ofrecido a los fisioterapeutas en hospitales generales y para trabajadores del estado, está representado por ser terapeuta, cuyo concepto está limitado al conocimiento técnico. Este hecho puede deberse a la falta de inversión en la fisioterapia, ante una gran demanda intrahospitalaria del servicio de rehabilitación, sobretodo en UCIN, sobre este hecho, también puede adjuntarse la falta de acercamiento de algunas especialidades médicas o especialistas médicos que basados en su experiencia no indican la rehabilitación como importante dentro de las necesidades terapéuticas de los pacientes y su recuperación previa y posterior al daño orgánico. Debe colocarse bajo la lupa y producir conocimiento y práctica totalmente basada en evidencia en pro de la atención ideal e integral del paciente más pequeño que podríamos encontrar en el servicio social o en la práctica profesional.

Encarar un tema de salud pública puede abrir nuevas oportunidades para mejorar nuestra visión sobre la atención del recién nacido prematuro, promover que este y varios conocimientos reunidos en la investigación sean añadidos a los programas en la formación de personal sanitario como de medicina, de enfermería y fisioterapia, quienes directamente atienden y contribuyen a la mejora de los sistemas de salud y promover el bienestar de poblaciones vulnerables. Si bien, el problema se puede abordar desde muchas perspectivas, hoy se intenta poner en evidencia la influencia que el dolor puede tener sobre el neurodesarrollo de prematuros internados en la UCIN de hospitales públicos o privados.

Capítulo 2

Dolor en neonatos: Un acercamiento a otras investigaciones

La investigación del dolor en neonatos es un campo de estudio crucial y en expansión dentro de la medicina y la fisioterapia pediátrica. A diferencia de los adultos, los recién nacidos presentan una capacidad de comunicación limitada y una respuesta fisiológica distinta al dolor, lo que hace que la identificación y manejo del dolor en esta población sea particularmente desafiante. Históricamente, el dolor en neonatos fue subestimado o malinterpretado, pero la creciente conciencia sobre su impacto a largo plazo en el desarrollo neurológico y el bienestar general ha impulsado un enfoque más riguroso y humanizado.

El dolor neonatal puede ser causado por diversas intervenciones médicas y de enfermería, como procedimientos invasivos leves o moderados de tratamiento o de estudios, enfermedades subyacentes, y su manejo efectivo es fundamental para minimizar posibles consecuencias adversas contra la función o la vida. Las investigaciones actuales se centran en mejorar las herramientas de evaluación del dolor, comprender mejor los mecanismos neurobiológicos que subyacen al dolor en esta etapa temprana de la vida, y desarrollar estrategias de tratamiento que sean seguras y eficaces. Además, hay un énfasis creciente en la implementación de prácticas basadas en la evidencia que no solo aborden el dolor físico, sino que también consideren el entorno emocional y ambiental, y el cuidado integral del neonato.

Este enfoque multidisciplinario y basado en la evidencia busca no solo aliviar el sufrimiento inmediato, sino también promover un desarrollo saludable a largo plazo.

2.1 Abordaje del dolor

Esta investigación cuenta con dos fases divididas entre la búsqueda documental y el acercamiento al personal de salud del espacio UCIN. Dicho acercamiento comenzó en los hospitales públicos de tercer nivel de atención como el Hospital General “Gilberto Gómez Maza” en Tuxtla Gutiérrez y el Hospital General de Tapachula “Dr. Manuel Velasco Suárez, en Tapachula, Chiapas. Aunque en el primero solo cuenta con Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica (UTIP), se pudo observar que es común la dinámica que el personal debe cubrir y cumplir las metas terapéuticas sobre cada uno de ellos para llevarlos hacia la salud. Sin embargo, en medio de todo el proceso nace la interrogante por el dolor y efecto en los recién nacido prematuro Sumado a los intereses personales sobre temas del neurodesarrollo y dolor llegamos a la conclusión que si el dolor es capaz de afectar a los adultos, también podría ejercer un impacto en el paciente en desarrollo.

Por lo siguiente fue necesario ubicar a una población que siendo vulnerable en el desarrollo neurológico, además de sufrir mayor inmadurez, llegamos al Recién Nacido Prematuro. Debido a que las constantes visitas de los médicos especialistas, médicos internos, enfermería especializada, enfermeros pasantes y fisioterapeutas son comunes, es normal preguntarse sobre el confort de la población neonatal en un medio como lo es un hospital.

La segunda etapa comienza con una búsqueda de investigaciones relacionadas y nos encontramos con dos artículos y un caso particular cuya perspectiva se resume a continuación:

1- El artículo, titulado “*creencias y actitudes de los pediatras sobre el dolor*” publicado en la revista de la Sociedad española del dolor en 2016, escrito por J. Maixe y J. Miró, es un estudio que elegimos como base internacional sobre la opinión de los pediatras ante el dolor. En ese estudio se aplicó a 71 pediatras residentes y adscritos a servicios hospitalarios un cuestionario que se envió en formato de cartas en sobres, el cuestionario contenía preguntas que ligaban su experiencia y

práctica regular en pediatría con el tratamiento del dolor en sus áreas. Aunque el estudio concluye con que la medicina ha ido en avance en cuanto al manejo del dolor infantil en las últimas décadas en comparación con anteriores estudios hay un incremento en la percepción y tratamiento del dolor, sin embargo, aún se encuentra al dolor infantil como un gran desconocido y sobre ello el entrenamiento que se ofrece en las escuelas no es suficiente para tratar adecuadamente el dolor.

Se realizó una búsqueda con los mismos o similares conceptos sobre dolor y recién nacidos en México pero la búsqueda fue vana. Aunque actualmente si hay publicaciones relacionadas al tratamiento del dolor en neonatología. (1)

2- El segundo artículo titulado “*Estrategias de intervención en la UCI neonatal: un enfoque fisioterapéutico*” publicado por la revista Medicas UIS en 2021, en Colombia. Donde la autora FT. Laura Valentina López Rodríguez revisa publicaciones de su contemporaneidad en la base de datos de PubMed y SCOPUS en relación de la participación del fisioterapeuta en la unidad de cuidados intensivos neonatales y los abordajes que pueden contribuir al logro del desarrollo integral del recién nacido. En dicho artículo se recopilan métodos e intervenciones que favorecen al neurodesarrollo en un ambiente dinámico como el de la UCIN.

Aquí se coloca nuestra labor como fisioterapeutas cuyas herramientas pueden favorecer al neonato prematuro y contribuir no solo al desarrollo físico, sino también neurológico y ser contribuyentes de conocimiento con evidencia en un tema poco estudiado en México, abrir marcos de participación y abordar al dolor integralmente.

Conociendo desde donde partimos, el presente estudio pretende ubicar al neurodesarrollo del Recién nacido prematuro (RNP) como el protagonista versus el dolor y otros factores que en alguna medida puede producir cambios negativos al proceso del neurodesarrollo. (1)

2.2 Caso Jeffrey Lawson

En 1985 en el hospital de Jeffrey Lawson fue un recién nacido prematuro que falleció un mes después de ser intervenido quirúrgicamente por un conducto arterioso persistente que padecía. El fallecimiento de Jeffrey fue investigado por la madre, ya que percibió el sufrimiento del pequeño. Demandó al equipo tratante quien utilizó únicamente relajantes musculares que si bien mantuvieron al bebé inmóvil por la parálisis inducida por los medicamentos, este sintió todo el procedimiento de una cirugía extensamente invasiva. Además que tampoco recibió tratamiento analgésico post cirugía, por lo que se cree que el dolor fue un factor importante que se llevó al desenlace triste de la historia.

En la actualidad, el dolor en el recién nacido es más conocido y estudiado, sin embargo, en aquellos años de la década de los 80's no había un soporte científico sobre el dolor en el recién nacido y que además la anestesia podría causar la muerte a los bebés, lo que no procedió legalmente a pesar de la demanda interpuesta por la madre, fue así como la madre decide enviar la historia al Washington Post de la época.

Hoy es necesario abordar al dolor no solamente en el quirófano, sino también en todas y cada una de las intervenciones que pueden causar dolor, estrés y que estos, a su vez puedan ser un factor facilite el deterioro del cerebro en desarrollo, y se evite sufrimientos similares al que sintió Jeffrey Lawson hace 39 años, un recién nacido prematuro de 26 semanas y 680 gramos de peso.

Aunque previamente dicho, sobre el avance en el estudio del dolor en el recién nacido, aún quedan restos del pensamiento de que el cuerpo del recién nacido no siente dolor, y se siguen escuchando.

En el contexto regional y geográfico en el que se hace este estudio nace la cuestión si los profesionales de la salud de Tuxtla Gutiérrez también creen que el dolor en el recién nacido no es posible por su inmadurez neurológica o simplemente no hay soporte cognitivo acerca del dolor por

lo que no pueden darle significado. (2)

Capítulo 3

EL GRAN NEURODESARROLLO HUMANO

El presente estudio aborda la influencia del dolor en el neurodesarrollo del recién nacido prematuro específicamente aquel prematuro que se atraviesa una estancia en una unidad de cuidados intensivos. El desarrollo neurológico del ser humano es de enorme importancia pues comprende las funciones del cerebro, la conformación de su tejido especializado y de las demás estructuras del sistema nervioso central nos provee de información que podríamos utilizar a favor de la fisioterapia; el desarrollo físico del feto durante el embarazo es un proceso de evolución que comienza desde la fertilización hasta que el producto esté terminado hacia los 9 meses, aproximadamente.

Durante todo el embarazo y algunos años posteriores al nacimiento el desarrollo y maduración del cerebro es especialmente vulnerable a cambios que pueden alterar su funcionamiento futuro por ejemplo daños durante el embarazo como el consumo de drogas, durante el nacimiento y después del mismo, llevando al individuo involucrado a la discapacidad o deficiencias que van desde lo cognitivo a lo motriz y de lo leve a lo grave, y quizá hasta repercusiones que desconocemos o que no se han estudiado de manera adecuada. Algunas evidencias apuntan que el cerebro del recién nacido también es influenciado por la experiencia de los primeros años de vida y que el dolor será una experiencia que puede repercutir en el cerebro en desarrollo, por lo que nace la preocupación de la relación de la experiencia del dolor en el cerebro de un recién nacido a término y un recién

nacido prematuro.

Por lo tanto, este marco teórico aborda el neurodesarrollo y el dolor como dos conceptos que confluyen en el sujeto estudiado de esta tesis, el recién nacido prematuro. Sin duda el neurodesarrollo se puede conjugar con conceptos como las alteraciones genéticas y congénitas, daños perinatales y postnatales como la parálisis cerebral. Reconocer al dolor como un posible productor de alteraciones del neurodesarrollo permite al profesional de la salud mirar con una perspectiva humana y científica al recién nacido prematuro y realizar intervenciones adecuadas y/o corregir aquellas que puedan estar ocasionando alteraciones, fomentar nuevos tratamientos o simplemente usar los que tenemos disponibles a favor del cuidado.

3.1 El neurodesarrollo

Como sabemos, el neurodesarrollo es un proceso por el cual el sistema nervioso se organiza y como resultado de ello se obtiene la maduración estructural, esto implica la adquisición de habilidades y la formación de la individualidad. Toda adquisición de conocimiento, habilidades y sensaciones será un promotor de madurez estructural, sin embargo, el sistema nervioso central (SNC) desde la fecundación hasta los primeros años de vida se desarrolla en un período altamente sensible y muy crítico influido por procesos epigenéticos y factores externos al útero.

Es posible diferenciar cuatro etapas importantes del desarrollo neuronal del cerebro: proliferación, migración, laminación y organización del cerebro y mielinización. (3) Estas etapas, aunque son consecutivas se superponen a lo largo del proceso, son de alta precisión, se conoce el hecho que para este proceso se destinan alrededor de un tercio de los genomas del ADN para dirigir el desarrollo neuronal por ello que todo es proceso al enfrentarse ante agentes teratogénicos ya sean internos o externos, pueden generar cambios negativos en el desarrollo cerebral e impedir una formación estructural óptima, adecuada y funcional para el nuevo ser humano en formación.

La formación del SNC comienza a partir de la diferenciación del ectodermo, entre aquellas células que formarán la piel y el SNC. Hacia la 2ª semana de gestación, después de superar las primeras y básicas fases de desarrollo, el embrión se compone de dos láminas, una encima de otra, a la que se conocen como epiblasto e hipoblasto. Las células del epiblasto se dividirán en tres capas (endodermo, mesodermo y ectodermo) que desarrollarán a los tejidos que constituyen al cuerpo, mientras que la capa de las células hipoblásticas serán las encargadas de desarrollar estructuras externas como la placenta.

Tras la gastrulación que es el proceso mediante el cual se forma, a partir de la migración de poblaciones celulares ubicadas en el epiblasto, que como resultado se forma un embrión trilaminar.

4. Las tres láminas del embrión derivadas del epiblasto son el endodermo, mesodermo y ectodermo.

Aunque cada capa desarrollará distintos tejidos, se encuentran relacionados en la inducción en la formación de otros tejidos en las demás capas del embrión. La capa del endodermo se encarga de la formación de las estructuras viscerales y al sistema respiratorio. El mesodermo, que es la capa intermedia, forma las estructuras vasculares y osteomusculares. Esta capa es fundamental para la inducción de procesos neuronales en el ectodermo. La tercera capa es el ectodermo y se diferenciará en dos capas conocidas como ectodermo dérmico y ectodermo neural, que estrictamente su nombre se relaciona a los tejidos que dará lugar, del ectodermo dérmico surgirá la piel y otras estructuras relacionadas; y del ectodermo neural o neuroectodermo dará lugar a que se forme el SNC. La encefalización del embrión es la razón por la cual el embrión tenga una apariencia asimétrica normal, pues el desarrollo de la zona cefálica del embrión es mucho más rápido que la zona caudal. El proceso de la neurulación es la etapa en la que se forma el tubo neural en la sexta SDG, antecedida por la inducción dorsal y ventral entre la 3ª y 4ª semana. Se habla de “inducción” puesto a que hay tejidos embrionarios que son activados por otros para iniciar su formación, un ejemplo de ello sería la cúpula óptica que induce a la formación del cristalino y de la córnea que, sin la

participación del tejido de la cúpula óptica, la córnea solamente sería tejido epidérmico.

La formación del tubo neural sigue en progreso hasta segmentarse y dividirse en vesículas que a lo largo del proceso darán lugar a las distintas partes del SNC. De sentido caudal a cefálico, la segmentación más caudal dará lugar a la médula espinal, seguido de las vesículas que dan origen al cerebelo y el tronco cerebral, hacia más cefálico dará lugar a otras partes del encéfalo y, por último, a ambos hemisferios cerebrales.

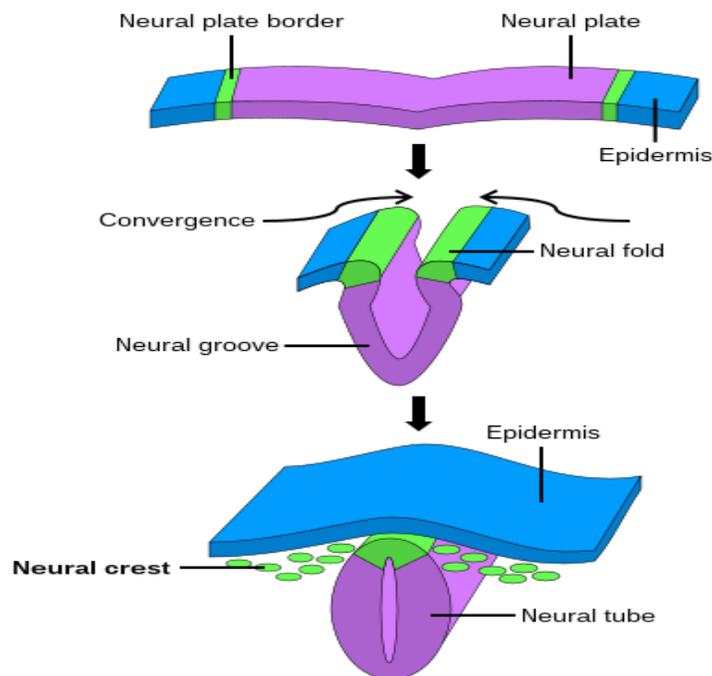


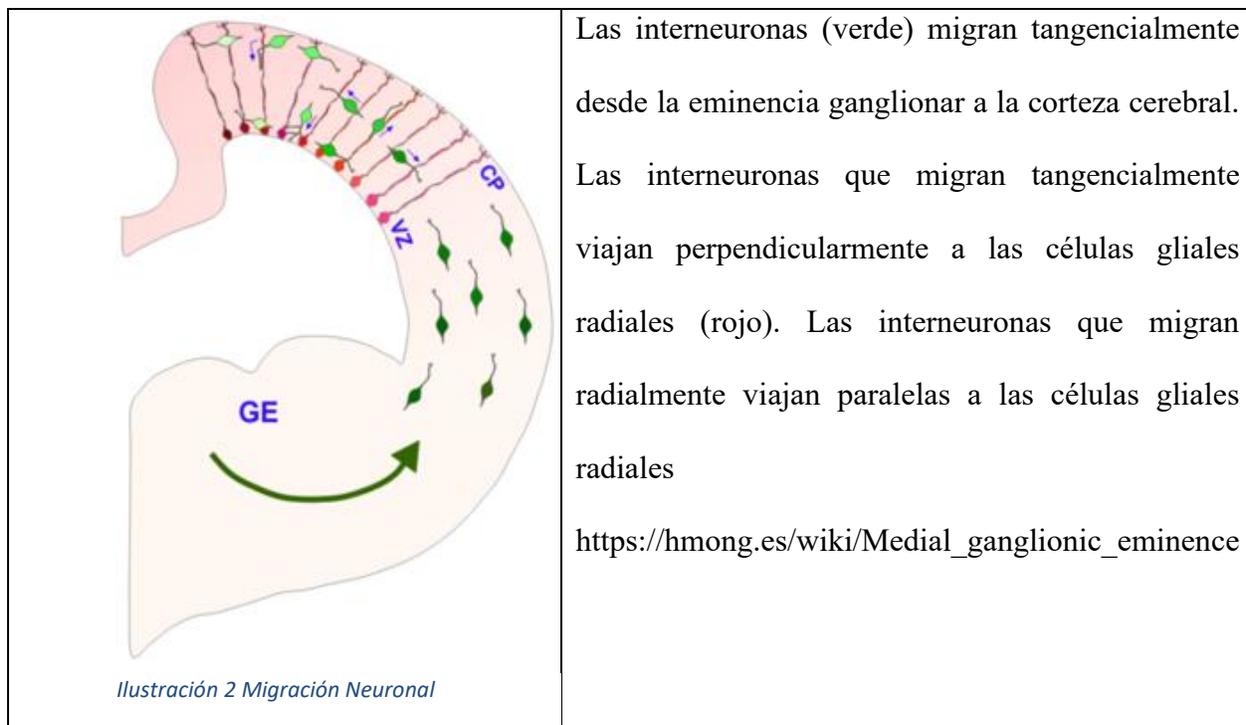
Ilustración 1 Tubo Neural - https://es.wikipedia.org/wiki/Tubo_neural

La proliferación neuronal es una fase que se desarrolla a partir del día 32 de gestación, será el período de mayor crecimiento neuronal, se da origen a cientos de millones de neuronas que nacen en la zona más profunda del tubo neural y pronto migrarán hacia otras del encéfalo. Cabe mencionar que la cantidad a la que se refiere esta estimación de neuronas durante proliferación es probablemente un millón más de la cantidad de neuronas que tiene un humano adulto que ronda

entre las 300 000 a 1 000 000 de estas células.

Es en lo profundo del tubo neural donde las células nerviosas del sistema nervioso central se forman a partir de células precursoras, las neuronas se forman por los neuroblastos que, una vez formados migran al lugar que definitivamente ocuparán y ya instaladas desarrollan sus características nerviosas. Mientras que, las células gliales se forman a partir de los glioblastos.

La migración neuronal es otro proceso que le sigue a la proliferación, este proceso involucra el viaje de las neuronas hasta su lugar definitivo y comienza en el segundo trimestre de gestación, o sea, al sexto mes. En este punto es importante la reflexión sobre el estado en que nacen los prematuros nacidos al sexto mes, abordaremos más adelante como esta ausencia de madurez puede ser negativo al prematuro, una vez ya nacido. En la proliferación, las células nacidas hasta el momento de la migración no han madurado, ni tienen asignada su tarea. El objetivo de la migración es colocar a las neuronas en el lugar donde generan su labor de acuerdo a la zona en la que se encuentren, o sea que será hasta después de la migración que se alcance la maduración y éstas se conviertan en neuronas funcionales. La migración comienza en la zona ventricular y en la zona subventricular, las primeras células en migrar son los glioblastos que, a lo largo de su trayecto van dejando un filamento por donde la neurona no madura se transportará con ayuda de unas extensiones citoplasmáticas o filopodos (5) siguiendo el marcaje quimiotáctico que le guiará hasta su destino, este tipo de migración es conocida como “radial”, podemos pensar en las direcciones que tienen los radios que utilizan las llantas de una bicicleta, mientras que la segunda forma de migrar es la “tangencial” la expansión ya no es de dentro hacia afuera, sino hacia los lados, hacia posterior, anterior, medial, etc. no se realiza por guías como las dejadas por las células gliales, sino por translocación de soma, que es el proceso en el que el axón de un neuroblasto se estira hasta alcanzar su objetivo, también guiado por quimiotaxis de señalización, repulsión, entre otros fenómenos del tipo, una vez sujetado el objetivo el soma es atraído hasta el extremo del axón.



La etapa siguiente es la organización, ésta se inicia en el sexto mes de gestación y se prolonga hasta dos años después del nacimiento. Hasta los dos primeros años, la organización se da de una forma acelerada y posteriormente, va disminuyendo su velocidad hasta ir a un ritmo más pausado durante la vida. Recordemos que la migración es la etapa que puede hacer ocupar a las neuronas ocupar su lugar respectivo en el sistema nervioso central, sin que las neuronas estén maduras, en la etapa de la organización las próximas neuronas comienzan a proliferar en estructura, dendritas y conexiones entre neuronas, parecidas a arborizaciones, pequeñas ramas que ayudan a la neurona a interconectarse con otras neuronas cercanas, se forman las conocidas “sinapsis¹” que sirven para comunicación entre neuronas, a este proceso de creación de sinapsis se le conoce como *sinaptogénesis* que es el proceso mediante el cual las neuronas forman conexiones durante el

¹ Sinapsis: *nombre femenino (biología)* Región de comunicación entre la neurita o prolongación citoplasmática de una neurona y las dendritas o el cuerpo de otra.

desarrollo del cerebro (6). Pronto, la cantidad de células nerviosas decaerá debido a una muerte celular programada, conocida como apoptosis², cuyo objetivo es mantener un balance fisiológico entre la cantidad de neuronas que se formaron en la proliferación y la disminución de éstas (7). Por ello el cerebro del nuevo infante puede tener un aspecto de gran tamaño y posteriormente tendrá una caída de peso normal. Además de la producción de sinapsis, también incluye la mielinización. La fase de mielinización no es sucesiva, si no se superpone en la organización celular, una vez las neuronas comienzan con su diferenciación y especialización, lo que incluye la formación de sinapsis. Inicia durante el tercer trimestre y dura años después del alumbramiento. La mielinización tiene el objetivo de que una vez madura la neurona, creado conexiones, necesitará mejorar el impulso nervioso con el que se comunican las neuronas, aquí se hace necesaria la mielina, La mielina es una capa que envuelve al axón de las neuronas formada por los oligodendrocitos en sistema nervioso central, otro tipo de célula cumple con la mielinización, pero en el sistema nervioso periférico (SNP) son las células de Schwann, Ambos, son tipo de la variedad de la neuroglia. Se define a la neuroglia según el diccionario médico de la universidad de Navarra (2023) como el: (f). Conjunto de células nerviosas, derivadas del neuroepitelio (a diferencia de la microglia, que es de origen mesodérmico). Son de dos tipos: astrocitos y oligodendrocitos. A su vez, los astrocitos pueden ser fibrosos y protoplasmáticos. Las células neurogliales desempeñan diversas funciones, unas son semejantes a las de las células conjuntivas, en cuanto que sirven de soporte a las neuronas y, en las lesiones, reparan el área lesionada. Otras funciones corresponden a la secreción de los factores de crecimiento nervioso, que favorecen el crecimiento y la plasticidad de las neuronas y también favorecen la nutrición neuronal.

Todos los procesos anteriores suman peso y volumen al sistema nervioso central en crecimiento

² Apoptosis: nombre femenino (Biología) es el proceso de muerte celular programada. Tiene lugar durante las primeras etapas de desarrollo para eliminar las células

hasta alcanzar aproximadamente 330 g al nacer y este peso irá en aumentando alcanzando su máximo crecimiento de alrededor de 1, 500 g.

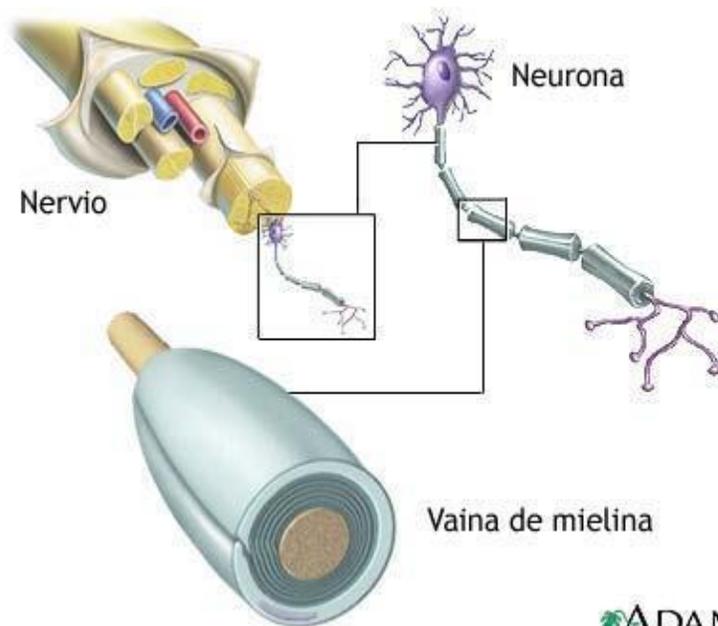


Ilustración 3 Vaina de mielina -- <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000737.htm>

Por último, un proceso que coadyuva en el desarrollo del sistema nervioso es el del desarrollo de la irrigación sanguínea, la formación de vasos sanguíneos es importante y sufrirá cambios durante el desarrollo del sistema nervioso, la relación del crecimiento en forma, unión (anastomosis³) y distribución en el espacio de los vasos sanguíneos será en torno a la geografía que el sistema nervioso obtenga al formarse los surcos, giros y circunvoluciones propias.

Durante la gestación posteriores a la formación de los vasos sanguíneos, hay una sensibilidad importante a la falta de riego, especialmente la zona limítrofe entre los vasos sanguíneos internos y externos es propensa a desconectarse y que se formen isquemias que acarreen secuelas

³ Anastomosis: En medicina significa la conexión entre dos vasos, que puede ser espontánea o como resultado de una intervención quirúrgica («Anastomosis. Diccionario médico. Clínica Universidad de Navarra.», www.cun.es. Consultado el 26 de noviembre de 2021)

relacionadas con déficits neurológicos importantes, comúnmente, la zona peri ventricular con mayor posibilidad de lesionarse en los recién nacidos prematuros (8).

La diferenciación funcional de las neuronas, según algunas teorías (Martín padilla, 2000) puede conocerse que la diferenciación funcional comienza en la décimo quinta semana de gestación, continúa al nacer y posiblemente el resto de la vida, es un proceso que sigue la dirección de abajo hacia arriba, formando la corteza cerebral, esta se forma en diferentes capas y dependiendo de su zona se limitará a cumplir cierta función que puede ser sensitiva o motora, aunque hay áreas que esta división no es clara (Jhonson, 1997. Autores como Molnay y Blakemore (1991), Padilla (2000) y Rakic (1988) es la influencia del tálamo y el hipocampo en la formación de las capas es importante. Importante decir para este estudio que las estructuras como el hipocampo, el cerebelo y el tálamo se desarrollan antes del nacimiento y se reorganizan en la etapa posterior al nacimiento. Al final del noveno mes, el sistema nervioso se encuentra lo suficiente maduro para controlar varias funciones sobre todo del tipo reflejas, sin embargo, aún falta más tiempo para que este termine de madurar, pues hay muchas zonas del encéfalo sin diferenciar y especializarse, como la corteza cerebral. Por ejemplo, la forma en que el cuerpo del neonato mantiene su calor es a través de la acumulación de grasa, a diferencia de los adultos cuyo hipotálamo es capaz de regular la temperatura corporal y no exclusivamente por la grasa parda, en un neonato prematuro el hipotálamo no está desarrollado por lo que necesita de apoyo externo para regular su temperatura. El cerebro del infante es altamente configurable en este momento, ya sea por agresiones o estímulos positivos en el neurodesarrollo. A eso le llamamos, a *plasticidad neuronal o neuroplasticidad* que, en definición, es la capacidad del tejido neuronal a adaptarse según las necesidades ambientales, es una característica presente a lo largo de toda la vida en el ser humano y es especialmente sobre el primer año de vida que va permitir grandes transformaciones en el cerebro.

3.2 Trastornos del neurodesarrollo

En esta sección es importante manifestar el enfoque tomado en el presente estudio. Normalmente, las alteraciones del neurodesarrollo se valoran a groso modo, esperando que las reacciones debido a posturas se llegue a la activación de reflejos normales o anormales relacionados a las alteraciones que pudo a ver sufrido el neonato previo, durante o post alumbramiento. Sin embargo, es ampliamente conocido que el ambiente de estimulación o la recepción de afecto y cercanía de la madre son efectivo para la producción de redes neuronales y sinápsis, lo que se traduce en funciones neurológicas mejor integradas a corto y a largo plazo. (9)

Los efectos de los estímulos positivos o negativos a temprana edad influyen en el futuro del recién nacido, ejemplos de ello son la influencia de buena la nutrición y la lactancia materna sobre coeficiente intelectual, o el uso temprano de antibióticos sobre el microbioma intestinal.

Según el manual MSD en su versión para público en general, los trastornos del neurodesarrollo son trastornos con base neurológica que pueden afectar la adquisición, retención o aplicación de habilidades específicas o conjuntos de información. Consisten en alteraciones en la atención, la memoria, la percepción, el lenguaje, la resolución de problemas o la interacción social.

La OMS a través de su portal en línea, describe a los trastornos del neurodesarrollo son trastornos conductuales y cognitivos que surgen durante el desarrollo y que dan lugar a dificultades considerables en la adquisición y ejecución de funciones intelectuales, motoras o sociales específicas.

Un tercer concepto, sobre trastornos del neurodesarrollo es, “un grupo de condiciones heterogéneas que se caracterizan por un retraso o alteración en la adquisición de habilidades en una variedad de dominios del desarrollo incluidos el motor, el social, el lenguaje y la cognición”

En las tres definiciones podemos encontrar aquellos elementos de carácter funcional, que sirven para que el ser humano se desarrolle como ser social e individual dentro de su entorno. EL dsm-5 clasifica a los trastornos del neurodesarrollo en las siguientes:

- Discapacidades intelectuales
- Trastorno de la comunicación
- Trastornos de espectro autista
- Trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH)
- Trastornos de aprendizaje
- Trastornos motores
- Otros no específicos

En resumen, los TND son alteraciones en el desarrollo y crecimiento del cerebro asociadas a una disfunción cognitiva, neurológica y psiquiátrica. En torno a la vulnerabilidad del sistema nervioso central en los primeros años de vida se puede pensar que cualquier estímulo negativo puede ser capaz de alterar el proceso del neurodesarrollo.

Los trastornos del neurodesarrollo son de origen multifactorial, de inicio en los primeros años de vida, de cronicidad durante la vida del paciente y de alta prevalencia que determinan en contra de la función personal, social, académica u ocupacional. El presente estudio precisa asociar o desvincular al dolor a alguna alteración neurológica a corto o largo plazo que se genera en los primeros años de vida.

3.3. EL RECIÉN NACIDO PREMATURO

3.3.1 El embarazo

En humanos, el embarazo es el proceso por el cuál un ser humano se desarrolla en el útero de la mujer, o hembra humana. El embarazo comienza con la fecundación del óvulo por un espermatozoide, que son las células sexuales o gametos masculino y femenino; y concluye con el parto.

Durante el embarazo se producen cambios físicos, fisiológicos y metabólicos que duran alrededor de 280 días, o sea, un período de 9 meses (el mes es lunar, o sea de 28 días) o de 40 hasta 42 semanas, el nacimiento antes de las 37 semanas de gestación (SDG) se considera prematuro cuyo abordaje se ampliará más adelante, un nacimiento entre las 37 y 42 SDG es un nacimiento a término y posterior a las 42 semanas se considera postérmino. Los cambios en la hembra humana tienen como objetivo proteger, nutrir, desarrollar el feto, así como dar el ambiente adecuado para el desarrollo del nuevo ser.

El embarazo se puede dividir en tres trimestres. El primer trimestre comprende del día de la concepción que se calcula desde el último día de la regla de la mujer, el producto en este período pasa rápidamente de ser la célula resultado de la unión del espermatozoide y el óvulo (Cigoto) a ser un embrión hacia la 2ª semana. En este período en el embrión se formarán los principales aparatos como el respiratorio, digestivo y el sistema nervioso central.

Particularmente la etapa embrionaria es vulnerable a ser alterado por los cambios negativos del ambiente intrauterino, como el consumo de drogas o medicamentos como la talidomida, relacionada a alteraciones congénitas. (10) Es posible perder el embarazo durante esta etapa, se conoce como aborto espontáneo y sucede antes de las 20 semanas de gestación, después de las 20 se considera muerte fetal. Los factores de riesgo para sufrir un aborto espontáneo son el sobrepeso,

abuso de sustancias como el alcohol, drogas y tabaco, problemas físicos de la madre, entre otros.

En el segundo período, que va a partir del tercer trimestre y aquí se considera como >>feto<< aunque hay órganos formados, no son maduros y tampoco aseguran la supervivencia del feto en caso de nacimiento prematuro, esto debido a que aunque el sistema respiratorio y el sistema nervioso central ya están formados, no se encuentran totalmente diferenciados y menos aún, coordinados para realizar lo que implica fisiológicamente la respiración, recordemos que el feto hasta antes de nacer obtiene oxígeno por medio de la circulación materna. En promedio se espera que un feto con edad mayor a 5 meses puede tener mayor probabilidad de supervivencia.

El peso del feto aumenta, sobre todo en las últimas semanas, se espera que al nacer el peso sea de alrededor de 3 200 g. (4)

Aunque en esta tesis no se aborda, la placenta también es un elemento en evolución relacionada a la cronología de la gestación y aporte nutricional del feto, por lo que, valdría la pena también ser valorada para aquellos nacimientos que no llegan al término del embarazo.

3.3.2 El recién nacido prematuro

Según la OMS en su página oficial, define al recién nacido prematuro como aquel que nace antes de cumplir la semana 37 de gestación comparado con los días de gestación considerado normal que van de 38 hasta 42 semanas de gestación, siendo los fetos menores a 34 semanas los más propensos a la morbimortalidad

Un factor importante para determinar la gravedad de un recién nacido prematuro es el bajo peso al nacer, aunque hay quienes superen los 2500 g, un prematuro menor a este peso puede tener menor probabilidad de supervivencia.

Para mantener un criterio durante el estudio sobre el recién nacido prematuro se utiliza en este estudio la categorización que ofrece la OMS en su portal y es la siguiente:

- Prematuro extremo (entre 20 y menos de 28 semanas)
- Muy prematuro (de 28 a 32 semanas)
- Prematuro entre moderado y tardío (de 32 a 37 semanas).

La prematuridad puede ser debida a trabajo de parto prematuro de manera espontánea o inducción al parte por indicaciones médicas debido a factores que ponen en riesgo la vida del producto o de la madre. Detrás del fenómeno de la “prematuroidad” se encuentran factores de riesgo que se asocia, no solamente a los de salud del feto y del embarazo mismo, pues el entorno sociocultural de la madre y el padre también pueden influir en la aparición de la prematuridad, como lo es el analfabetismo o bajo nivel escolar de los padres e ingresos económicos insuficientes en la familia, sumado a esto la falta de control médico antes y durante el embarazo que será determinante para un embarazo saludable.

La OMS reporta que, en el año 2020, alrededor de 13, 4 millones de neonatos nacieron prematuros, lo que indica que 1 de cada 10 habrá enfrentado este diagnóstico. Aunque un gran porcentaje de estos neonatos fallecieron, otros sobreviven pueden tener una alta probabilidad de aparición de discapacidad y/o dificultades para un desarrollo social pleno. Es posible que muchos de los recién nacidos prematuros hayan podido sobrevivir con cuidados básicos pero, muy eficaces como la aplicación de calor o la lactancia materna por lo que impulsar prácticas que mejoren la calidad de vida de esta población es un reto que puede favorecer su pronóstico.

Durante los primeros días del prematuro serán de mucha importancia, pues será abordado por los factores de riesgo que incluye ser prematuro. Algunos de los principales problemas clínicos relacionados con los prematuros son síndrome de dificultad respiratoria o enfermedad de la membrana hialina, sepsis bacteriana, hemorragia intracraneana sobretodo periventricular o

intraventricular, conducto arterioso persistente, hipotensión arterial y trastornos hemodinámicos, apneas, ictericia, hipoglucemia e hiperglucemia. Evidentemente, el cuerpo no desarrollado del neonato prematuro lo hace poco apto para el ambiente extrauterino. Los siguientes meses el personal médico y de enfermería intentará mantenerlo lo más estable posible hasta que gane peso y disminuya la dependencia terapéutica.

3.3.3 Lesiones comunes neurológicas en el prematuro

Como es sabido el desarrollo físico del feto durante el embarazo, es un proceso de alta precisión que, aunque secuencial que va desde la fertilización hasta el alumbramiento, hay procesos que se traslapan. Anteriormente, el neurodesarrollo del ser humano se expuso de manera que cronológicamente se pudiera identificar la importancia del desarrollo intrauterino cuyo ambiente es favorable para el neurodesarrollo. Sin embargo, el nacer de manera prematura puede acarrear a consecuencias relacionadas con la inmadurez física para enfrentar el ambiente extrauterino.

En los recién nacidos prematuros la lesión neurológica de predominio se encuentra en la sustancia blanca, esta lesión se conoce a la leucomalacia periventricular (LPV), se refiere a las lesiones que se forman alrededor de áreas que contienen al líquido cefalorraquídeo llamados ventrículos. La sustancia blanca representa a los axones de las neuronas que se extienden para conectarse con otras neuronas. Por lo que el riesgo de padecer de parálisis cerebral es alta si la extensión del daño por LPV es extenso. (11)

3.3.4 El ambiente extrauterino vs neonato prematuro

El crecimiento uterino es un proceso largo y complejo que lleva alrededor de 9 meses cuyo objetivo se divide en dos partes, en principio crear el nuevo ser humano y una segunda etapa en la que el feto madura hasta ser compatible con la vida extrauterina, en prematuros, la segunda etapa se ve interrumpida por razones ya explicadas anteriormente, sumado a ello, aquellos neonatos más vulnerables sean a término o prematuros enfrentaran la vida extrauterina con desventaja. A pesar de que los hospitales, especialmente las UCI's están especializados en cuidados intensivos, también crea un ambiente que puede ser difícil u hostil para un neonato vulnerable, esto claro, sin disminuir el valor del trabajo que se hace por cada personal de salud en la atención neonatal.

Efectos de la Ausencia Materna en el Neonato

La ausencia de la madre en los neonatos puede tener una serie de efectos significativos en su desarrollo físico y emocional. Aquí te proporciono un resumen de cómo esta ausencia puede afectar al neonato, junto con algunas referencias bibliográficas para una mayor profundidad en el tema.

Estrés y Ansiedad: La ausencia de la madre puede incrementar los niveles de estrés y ansiedad en los neonatos. Los estudios han demostrado que el contacto materno es crucial para la regulación emocional y el establecimiento de vínculos afectivos. La separación puede llevar a una mayor producción de cortisol, una hormona relacionada con el estrés, que puede afectar negativamente el desarrollo del cerebro.

Desarrollo del Apego: La teoría del apego sugiere que el vínculo temprano con la madre es fundamental para el desarrollo emocional saludable. La separación prolongada puede interferir con la formación de este vínculo y llevar a dificultades en la regulación emocional y las relaciones interpersonales más adelante. (12)

Crecimiento y Ganancia de Peso: La ausencia de la madre, especialmente en entornos hospitalarios, puede afectar negativamente el crecimiento y la ganancia de peso del neonato. El contacto piel con piel y la lactancia materna son factores importantes para el desarrollo físico óptimo.

Sistema Inmunológico: El contacto cercano con la madre también juega un papel en el fortalecimiento del sistema inmunológico del neonato. La ausencia materna puede limitar la exposición a los anticuerpos y otros factores inmunológicos importantes.(13)

Patrones de Sueño: La presencia materna ayuda a regular los patrones de sueño del neonato. La ausencia puede llevar a patrones de sueño irregulares y a una mayor dificultad para el establecimiento de ritmos circadianos normales.(14)

Factores ambientales

Los pacientes prematuros ingresados en la UCIN es una población de las de mayor mortalidad entre los recién nacidos, por su inmadurez neurológica llegar a ser perjudicial para el desarrollo motor, sensorial, conductual y cognitivo.

Los neonatos están expuestos de una manera preocupante a factores ambientales como el exceso de luz, ruido, bajas temperaturas, así como también a las intervenciones dolorosas causadas por las pruebas diagnósticas y terapéuticas., como se ha ido mencionando con anterioridad. Estos son factores que notablemente alteran el comportamiento, así como sociales y del desarrollo emocional del recién nacido, como también pueden tener un impacto a largo plazo.

Luz

De los factores que en UCIN probablemente no sean controlables sea la iluminación, ya que además de ser un hospital, también es un centro de trabajo, las norma 025 de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social promueve e invita a cumplir con al menos 300 luxes en laboratorios para el desarrollo efectivo de las actividades laborales, además que hay evidencia que la luz natural y el contacto con la naturaleza tiene un efecto positivo en la salud del humano (15), por lo que el diseño de las UCIN también deben ser cuidadosamente analizadas sobre todo para que la luz del sol sea quien ilumine la salas de la UCIN, pues también tener luz solar durante el día puede descontrolarse dependiendo de la zona en que se vive, como entrada descontrolada de luz y radiación solar, que

lejos de llevar al confort, pueden causar estrés y aumento de temperatura.

El sistema de visión de neonato no se encuentra desarrollado en el nacimiento, comenzando su desarrollo hacia el final del último trimestre, igualmente junto al sistema nervioso central que se irá desarrollando hacia la infancia madurante estructural y funcionalmente (16), las estructuras encargadas de la regulación de la iluminación se desarrollan en la semana 34 o 35 después de la concepción aproximadamente en esta edad el contacto prematuro de la iluminación influye en el desarrollo de la visión (17). Antes del tiempo equitativo al término de un recién nacido, la luz no es necesaria para el desarrollo visual, por lo que es importante considerar que en un prematuro la iluminación puede ser más complicado pues someterlo a luz intensa cuando dentro del útero no lo estaba es desproporcionado al desarrollo natural.

Asociación Americana de Pediatría (AAP) recomienda una iluminación inferior a los 60 lúmenes en el cuadro perinatal en la UCIN, incluso en la realización de técnicas y procedimientos. Aunque no hay Asimismo, recomienda que un nivel seguro de la exposición de sonidos es de 43 decibeles en el día (dB) y 35 durante la noche. (33)

El último sentido que se desarrolla en los recién nacidos es el de la vista, por lo cual un paciente prematuro es más susceptible a tener problemas visuales dada a la vulnerabilidad a los estímulos luminosos que se ven expuestos.

Niveles altos de iluminación se asocian a resultados clínicos negativos: menor ganancia de peso, comportamentales y alteraciones en el desarrollo del sueño, además de estrés en pacientes muy prematuros o gravemente enfermos (18). Dentro de las estancias en la UCIN los pacientes reciben más iluminación de lo recomendado, esta exposición origina cambios en la saturación de oxígeno y así como en el ritmo cardíaco, corren un mayor riesgo de sufrir una retinopatía. También ocurren cambios en el sueño, el desarrollo es más lento por la alteración de las hormonas de crecimiento y una mayor fluctuación del flujo sanguíneo cerebral.

Los efectos publicados de la reducción de la luz en la UCIN son mayor estabilidad del neonato, estabilidad respiratoria, disminución de frecuencia cardíaca y respiratoria, presión arterial y actividad motora, menor tiempo en asistencia respiratoria y soporte de oxígeno (19)

Ruido

En el ambiente dentro de las UCIN ocurre continuamente ruidos en donde los prematuros están expuestos continuamente, superando los niveles recomendados y alterando el neurodesarrollo.

Diariamente están expuestos a diferentes tipos de ruido, estos sonidos, particularmente los agudos pueden causar un daño en las estructuras auditivas de los neonatos dando lugar a una pérdida auditiva, en ocasiones de manera permanente, llegando a afectar el lenguaje y comunicación. Por otro lado, niveles elevados de ruido pueden dar lugar a hipoxemia, bradicardia, aumento en la presión intracraneal, hipertensión arterial, estrés, conducta desorganizada y desadaptativa, inestabilidad metabólica y alteraciones hormonales.

Durante la estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos, los neonatos están expuestos a experiencias dolorosas por los procedimientos e intervenciones en los que se ven sometidos por el estado clínico, esto desencadena sufrimiento y ansiedad en el recién nacido en prematuro.

Algunos de los efectos de la experiencia dolorosa a corto plazo son los siguientes: llanto y agitación, alteraciones gastrointestinales, vasoconstricción, aumento de la frecuencia cardíaca, estrés y depresión del sistema inmune o muerte neuronal excitatoria. A largo plazo podemos observar secuelas como el desordenes en el aprendizaje, comportamiento y personalidad, así como respuestas afectiva-funcionales exageradas ante estímulos posteriores.

Una prevención y tratamiento para el dolor neonatal debe ser multidisciplinar utilizando métodos farmacológicos como no farmacológicos. Además de establecer y realizar estrategias para la regulación de la intensidad de luz y el ruido. Esto ayudara a que el tiempo de estancia sea menor, disminuye el riesgo de adquirir menos complicaciones y menor gasto hospitalario.

Temperatura

En el nacer, la transición del ambiente intrauterino al extrauterino se crea un cambio térmico significativo que desafía la habilidad de termorregulación de los recién nacidos prematuro. Para ellos mantener un estado normal de su temperatura es una complicada tarea, ya que sus condiciones fisiológicas inmaduras no les permite mantener un estado hemotérmico que actúe sobre las variaciones del medio ambiente.

Un bebe prematuro no está totalmente desarrollados sus mecanismos de producción y eliminación de calor que regulan su temperatura, esto repercute directamente en su desarrollo, crecimiento y comorbilidad.

Durante su estancia en la UCIN, no se puede medir la transferencia de calor, solo podemos confiar en la información proporcionada por la medición de temperatura. Es por esto que hay una mayor preocupación con respecto al control de los niveles de temperatura corporal dentro del rango normal (entre 36,5°C y 37,5°C) se debe a la gravedad de los casos de hipotermia que acarrear una disminución en la producción de surfactante, un aumento en la tasa metabólica que desencadena un mayor consumo de oxígeno y agotamiento de las reservas calóricas. Asimismo, puede ocurrir hipotensión, bradicardia, respiración irregular, deshidratación y trastornos hidroelectrolíticos, entre otras complicaciones que, si no se tratan, pueden provocar la muerte. (23)

La transmisión de calor se produce a través de 4 mecanismos; conducción, convección, evaporación y radiación. El conocimiento de estos mecanismos y efectuar las medidas para evitarlos permite proporcionar un ambiente térmico neutro.(24)

La evaporación es la principal explicación de la pérdida de calor en los recién nacidos al nacer, se da por la pérdida de agua por las vías respiratorias y la piel. Para los bebes prematuros tiene mayor afectación, ya que su piel es demasiado inmadura y la pérdida de agua es mayor; asimismo, la frecuencia respiratoria alta es un factor importante en la pérdida de agua a lo largo de la respiración.

Por eso se debe considerar la importancia de la humedad del aire de la incubadora y acondicionar humidificación de los gases de los aparatos de soporte respiratorios.

Todas las superficies corporales emiten energía calorífica en forma de ondas electromagnéticas lo que se denomina radiación. ²⁴ Toda la energía transmitida que se da a través de la radiación ocasiona cambios en la temperatura del cuerpo del bebe. Puede llegar a haber una pérdida o diferenciación de la temperatura se da entre la piel y la superficie radiante, esto se puede dar porque él bebe está cerca de una pared fría o una ventana. Se obtiene una ganancia de calor con un calefactor suspendido. La pérdida de calor por medio de convección se da por el desplazamiento de aire o de algún fluido que es más frío al de la temperatura de la piel del bebe recién nacido. El aire que está alrededor del bebe se calienta por el calor que emana su piel, pero este aire es arrastrado de nuevo por aire frío. Esto se ve muy frecuente en el parto, la sala del parto es fría, el traspaso de una sala a otra; se desplaza por aire frío, el calor de la piel sale fácilmente por corriente de aire, puertas o por aparatos de aire acondicionado.

Cuando él bebe pierde calor por el contacto de una superficie u objeto frío es por el mecanismo de conducción. Esta se da por la exposición de fluidos o superficies sólidas que tienen una temperatura inferior a la del cuerpo. Se transfiere de la piel del bebe a otra superficie. Esto lo podemos evitar precalentando los objetos o fluidos que utilizara en la manipulación del bebe, con esto minimizamos la pérdida de calor.

El objetivo como personal de salud dentro de la UCIN es poder mantener al bebe dentro de la temperatura adecuada para darles las mejores condiciones para que puedan desarrollar y crecer de la mejor manera. Un monitoreo constante mejora el pronóstico, reduce el tiempo de hospitalización, disminuye la morbilidad y mortalidad.

CAPÍTULO 4

Dolor: ¿Es cierto que el Recién nacido siente dolor?

En este apartado se estudiará al dolor y las estructuras responsables de la recepción de los estímulos nociceptivos y de transformarlos en la sensación que lleva al humano a la experiencia del dolor. Además de desarrollarlo de como el recién nacido lo interpreta y como este influye en su desarrollo físico como también neurológico, o bien, si el dolor carece de impacto en el desarrollo del neonato.

El tema del dolor se aborda desde una perspectiva en la que el neurodesarrollo es importante para definir y delimitar la fase en la cual un recién nacido prematuro se encuentra al mucho más vulnerable en comparación de la población neonatal a término. Al finalizar, esta información podrá proporcionar una perspectiva distinta o de sumatoria a los profesionales relacionados al cuidado de la población neonatal y en foco al recién nacido prematuro, por supuesto, un abordaje desde la fisioterapia que colabore a programas de rehabilitación en las unidades de cuidados intensivos neonatales.

4.1 ¿Qué es el dolor?

Según la Asociación Internacional para el Estudio del Dolor (AIED), éste se define como una experiencia sensitiva y emocional desagradable asociada a una lesión tisular real o potencial o descrita en términos de tal daño. De esta definición se desprenden varios conceptos importantes. El primero, que el dolor es una experiencia subjetiva y por tanto diferente para cada individuo; el segundo es la existencia o no de una lesión tisular real, es decir no es necesaria la presencia de una

lesión morfológica que justifique el dolor de un paciente Aunque hay distintos criterios de clasificación, generalmente los más utilizados se basan en el mecanismo neurofisiológico, tiempo de evolución, en la intensidad, en la etiología y en la región afectada.

El dolor es un tema muy importante para la medicina y actualmente ha sido explorado por diferentes disciplinas de la salud, incluyendo a la fisioterapia que dentro de sus tratamientos de los que se destacan los agentes físicos como la electroterapia. Aunque el dolor es una respuesta normal ante agresiones al cuerpo indicando daño y sin este estímulo no podrías saber las complicaciones que acarrea no tratar algún padecimiento o lesiones pequeñas, como en el caso de las personas con neuropatía⁴s que al haber daño en fibras sensitivas se pueden complicar las heridas tras infectarse y llevar a la pérdida del miembro. Sin embargo, el dolor de forma crónica y sin tratamiento puede llevar a una experiencia desagradable y difícil de afrontar, las experiencias dolorosas son capaces de reorganizar negativamente al cerebro, por ello, si en el cerebro adulto se implican cambios significativos en la experiencia del dolor, muy posiblemente en un cerebro inmaduro el impacto sea o defina la organización cuando el recién nacido crezca. En este estudio es importante definir y relacionar el concepto de dolor y para limitar el campo del dolor usaremos la definición que la Asociación Internacional para el Estudio del Dolor quien definió el dolor como *“una experiencia sensitiva y emocional desagradable, asociada a una lesión tisular real o potencial”*, de esta definición es Eduardo Ibarra en el artículo de su autoría *“Una nueva definición del dolor: un imperativo de nuestros días”* publicado en la Revista de la sociedad española del dolor en 2006, propone agregar al concepto de la IASP sobre el dolor, lo siguiente *“Una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada con una lesión presente o potencial o descrita en términos de la*

⁴ Neuropatía: f. Término general que designa las afecciones nerviosas, en especial las degenerativas. Aunque en sentido estricto incluye solo las formas no inflamatorias, en sentido amplio se aplica a todas las formas etiológicas de afectación de los nervios periféricos

misma, y si persiste, sin remedio disponible para alterar su causa o manifestaciones, una enfermedad por sí misma” (21) este concepto tiene en su agregación al dolor persistente como una enfermedad. El dolor crónico puede diferenciarse del dolor persistente, ya que por razones de temporalidad el dolor crónico se refiere al dolor que posterior al dolor agudo que puede permanecer después de varias semanas. Sin embargo, el dolor persistente puede ser considerado patológico debido a que cumple con las características de una patología si lo analizamos bajo el concepto de salud que define la OMS. Actualmente el dolor, especialmente para las neurociencias, no se aísla solamente en un tipo de estímulo, sino en toda una experiencia que involucra distintas áreas del cerebro y no solamente las vías comunes del dolor. Por lo que es imperante reconocer el impacto que tiene el dolor a temprana edad, sobretodo en la población de los neonatos prematuros en los que el cerebro se encuentra de camino a la maduración.

El dolor se clasifica según su fisiopatología, o sea, somátosensorial y neuropático. Y según su duración, agudo y crónico.

El dolor somátosensorial se divide en dolor somático y visceral. El dolor somático es aquel que proviene de lesiones superficiales o profundas con origen en la piel, mucosas y estructuras somáticas, como los músculos incluyendo la isquemia de estos. Mientras que el dolor visceral proviene de órganos y vísceras, también incluye la isquemia de estos. El estímulo doloroso de este dolor se conduce por nervios simpáticos y algunos en parasimpáticos, incluso motores, como el frénico que corresponde al diafragma.

El dolor neuropático tendrá origen exclusivamente de estructuras nerviosas ya sean periféricas o centrales. Causan parestesias y acorchamiento, son de origen traumático o complicaciones de enfermedades como la diabetes, el síndrome de Guillain-Barré, entre otras.

Por un lado, ya conocimos en definición lo que el dolor significa. Sin embargo, en términos de sentidos, el ser humano a lo largo del cuerpo para recibir los estímulos capaces de dañar a los

tejidos o bien de dar información dolorosa, a ese sentido se le conoce como Nocicepción, a esa transducción fisiológica del estímulo químico, mecánico o térmico requiere de la percepción del sujeto. Los receptores especializados en la recepción de estímulos nocivos ya sean químicos, mecánicos y térmicos, son los nociceptores. Estos responden al daño tisular y a la irritación química, si bien, la nocicepción nos permite distinguir aquellas sensaciones que potencialmente nos producen daño, también pueden generar un cambio en la percepción del dolor y configurar la experiencia de forma negativa a largo plazo.

Los nociceptores se encuentran antes de nacer, en la 7^a semana de gestación estos receptores se encuentran alrededor de la boca, sin embargo, hacia las 20 semanas de gestación ya cubren la totalidad de la superficie del cuerpo, más adelante, antes de las 28 semanas de gestación, ya se encuentran desarrolladas y funcionales todas las estructuras relacionadas al dolor.(22)

En términos anatómicos, los nociceptores son terminaciones nerviosas libres de los axones de nervios sensitivos periféricos o de neuronas de primer orden, estas terminaciones se encuentran dispuestas en las capas de la piel, en el periostio, paredes arteriales y superficies articulares. Al recibir un estímulo nocivo para los tejidos, los nociceptores enviarán información a través de las vías aferentes hacia el asta dorsal de la médula espinal, y luego hacia el encéfalo, a lo que conocemos como vías del dolor. Se reconocen dos tipos de fibra encargadas de la nocicepción⁵, la fibra tipo A y las fibras tipo C. La recepción de estímulos dolorosos es altamente especializada, a manera de ilustración, el tacto suave como las caricias o el apretón de manos en un saludo no activará a los receptores del dolor pues la intensidad del estímulo no es intensa, se necesita niveles de intensidad altos para activar a los nociceptores, ya sean viscerales, cutáneos o

⁵ nocicepción, f. Término que hace referencia al mecanismo de transducción (activación del receptor) y conversión de una forma de energía (térmica, mecánica o química) en una forma accesible (impulso nervioso) a las regiones superiores del sistema nervioso central, implicadas en la percepción de la sensación dolorosa.

musculoarticulares. (23)

De las fibras tipo A, las subtipo A δ se reconocen por ser fibras cubiertas de mielina⁶, envían información veloz y localizada; a diferencia de las fibras tipo C que son amielínicas, la transmisión es más lenta y la sensación del dolor es difuso. La sensación del dolor dependerá del tipo de tejido, pues su capacidad de sentir dolor y caracterizarlo está relacionado a la proporción del tipo de fibra que inerve a sus nociceptores. Básicamente, se reconocen 3 tipos de nociceptores clasificados según su localización en tejidos, pueden ser cutáneos, viscerales y musculoarticulares. (23)

Los nociceptores cutáneos se encuentran en las capas de la piel (Dermis y epidermis), estos son de alto umbral de activación, se activan con estímulos intensos y si no hay estímulos nocivos se encuentran inactivos. En la dermis y epidermis se encuentran fibras tipo A δ y se activan solamente ante estímulos mecánicos. Los receptores con fibras tipo C se sitúan en la dermis y se activan con estímulos mecánicos, químicos y térmicos, además de reaccionar a las sustancias que se liberan cuando hay daño en los tejidos. (23)

Los nociceptores músculo articulares se ubican en tejidos como los músculos, en varias estructuras de las articulaciones, exceptuando al cartílago; en los músculos, las fibras A δ y C responden a estímulos mecánicos, en los que involucra la contracción sostenida; y a estímulos térmicos, presión y a la isquemia muscular. (23)

Por último, los nociceptores viscerales se sitúan en tejidos de los órganos internos y predominan las fibras de tipo C, se pueden dividir en dos tipos, aquellos de umbrales altos de respuesta a estímulos muy intensos, e inespecíficos, que son aquellos que responden a la exposición prolongada al causante del daño (23).

⁶ Mielina: Sustancia que envuelve y protege los axones de ciertas células nerviosas y cuya función principal es la de aumentar la velocidad de transmisión del impulso nervioso. 2023 Oxford University Press

4.2 Vías del dolor

Se ha descrito que las estructuras encargadas de la percepción y de la transducción de los estímulos dolorosos ya son funcionales en el cuerpo de los recién nacidos. Los nociceptores son el principio de la cadena de la nocicepción, pero otros elementos importantes a niveles debajo y altos del sistema nervioso central, son indispensables para el estudio de la experiencia del dolor, a nivel periférico se encuentran neuronas que pertenecen a vías neurológicas que llevan información nociceptiva hacia la corteza del cerebro.

Las vías neurológicas o aferentes que conducen el dolor hasta niveles más altos del encéfalo son tres: La vía espinotalámica, espinoreticular y espinomesencefálica.

Las neuronas de primer orden, reciben el estímulo en sus terminaciones nerviosas, el estímulo viaja por el axón hasta llegar al cuerpo neuronal o soma que se encuentra en los ganglios sensitivos, por medio de raíces dorsales se conectan a la médula espinal, específicamente en la materia gris del hasta dorsal medular.

La materia gris de la médula espinal es la primera estancia donde la información nociceptiva es procesada y modulada.

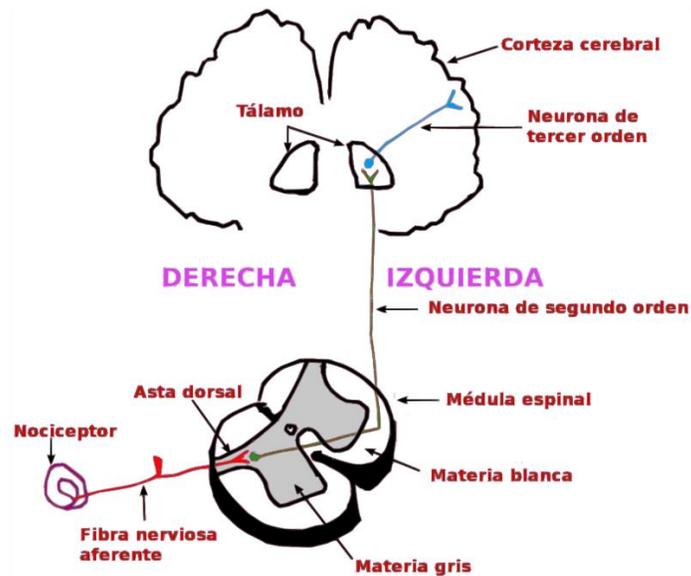


Ilustración 4 Vía Nociceptiva -- https://es.wikipedia.org/wiki/Nocicepci%C3%B3n#/media/Archivo:Via_de_nocicepcion.svg

El desarrollo anatómico de las vías del dolor necesarios para la transmisión del dolor comienza en el período fetal y en el período lactante, es decir, que al final de la etapa fetal, el feto tiene una gran cantidad de terminaciones cutáneas nociceptivas, incluso más que en un adulto.(24) La percepción sensitivo cutánea comienza en el área peribucal del feto en la 7ª semana de vida dentro del útero y hacia las 20 semanas se difundirán a lo largo de toda la superficie de la piel y también las mucosas, posterior a ello, van las conexiones sensitivas que se conectan con las neuronas que receptionan la información en la médula espinal, recordemos, en el asta dorsal. La diferenciación de las neuronas del asta dorsal de la médula espinal se lleva a cabo en la semana 13 pero, es hasta la semana 30 en que las vesículas de neurotransmisores se encuentran disponibles en algunas regiones de la médula espinal.

Así también, hacia la semana 30 las vías espinotálmica lateral, trigeminal, espinoreticular, cervicodorsal y espinocerebelosa que son las vías encargadas de transportar la información nociceptiva se han mielinizado hasta llegar al tálamo, pero es hasta la semana 37 que las vías terminan de mielinizarse en centros superiores del tálamo-corticales.

Es posible que la percepción del dolor carezca de significado cognoscitivo, pero es un hecho anatómico que las estructuras de la nocicepción ya se encuentran disponibles y funcionales, será hasta después que las conformaciones de la experiencia del neonato en los primeros meses de vida van a influir en cómo se percibe el dolor y como este se haya consolidado en la red cerebral de la nocicepción (25).

4.3 Modulación del dolor

Ya en capítulos anteriores se ha desarrollado sobre la comunicación de neuronas por medio de sinapsis, por la que una neurona envía un mensaje a otra. La mensajería en la mayoría de los casos se trata de información química, en otras la información se transmite de forma eléctrica, moviendo iones distribuidos en el exterior e interior de las membranas celulares, mientras la membrana se encuentre polarizada será capaz de transmitir el potencial, aunque esta transmisión eléctrica no conlleva información decisiva es más veloz.

En las sinapsis químicas un potencial de acción provoca la liberación de neurotransmisores que va de una neurona pre sináptica (la neurona que envía el mensaje) a una neurona post sináptica (La neurona que recibe el mensaje) siendo capaz que la última libere o no los potenciales acción necesarios para activar otros mecanismos. Anatómicamente, las neuronas presinápticas tiene es su estructura terminal contiene vesículas con las que es capaz de liberar sustancias químicas inhibitoras o excitatorias sobre las neuronas postsinápticas que, si bien no tienen la capacidad para liberar neurotransmisores, están especializadas para recibirlos.

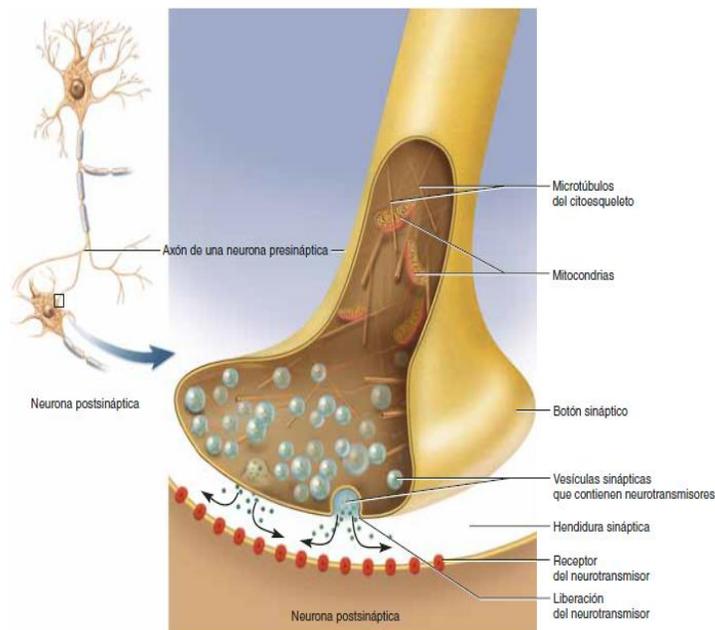


Ilustración 5 Estructura de una sinapsis química -- imagen extraída del libro "Anatomía y fisiología" de Saladín 6ª edición, página 462

Los neurotransmisores son sustancias químicas orgánicas liberadas en el extremo distal de un axón capaz de estimular a una célula adyacente. Los neurotransmisores se pueden categorizar según su función:

Acetilcolina: El diccionario del NCI define a la acetilcolina como, Sustancia química elaborada por algunos tipos de neuronas. Sirve para enviar mensajes a otras células, incluso otras células nerviosas, células musculares y células glandulares. Se libera por la terminación del nervio y lleva señales a las células que se encuentran al otro lado de una sinapsis (espacio entre las células nerviosas y otras células). La acetilcolina ayuda a controlar la memoria y la acción de ciertos músculos.

Está conformada por una molécula de Acetato (ácido acético) y colina, se forma en las células colinérgicas. La deficiencia en el sistema colinérgico está ligada a una alteración de la memoria, sobre todo la memoria a corto plazo.

Aminoácidos

Monoaminas (aminas biogénicas)

Neuropéptidos

Los efectos adversos de los neuropéptidos en neonatos y en etapas tempranas del desarrollo pueden tener implicaciones significativas para el manejo clínico. A continuación, se presenta un resumen de algunos efectos adversos conocidos, acompañado de referencias bibliográficas en el estilo Vancouver para mayor consulta.

Los neuropéptidos serán muy importantes en la comunicación de un cerebro maduro, sin embargo, en edad temprana los neuropéptidos están relacionados a efectos adversos que se describen a continuación.

Desregulación Neurológica: Los neuropéptidos como la sustancia P y los péptidos relacionados con el gen de la calcitonina pueden influir en la excitabilidad neuronal. En neonatos prematuros, esta influencia puede llevar a convulsiones o alteraciones en el tono muscular debido a la inmadurez del sistema nervioso central (25).

Alteraciones en el Desarrollo Cerebral: La exposición a neuropéptidos puede interferir con la mielinización y el desarrollo de circuitos neuronales en el cerebro en desarrollo. Esto puede afectar negativamente el desarrollo cognitivo y motor a largo plazo (26).

3. Impacto en el Sistema Inmunológico: Algunos neuropéptidos tienen efectos moduladores sobre la inflamación y la función inmunológica. En neonatos prematuros, cuya inmunidad está comprometida, esto podría aumentar el riesgo de infecciones y complicaciones inflamatorias (27).

4. Alteraciones en el Metabolismo: Los neuropéptidos como el péptido YY y la colecistoquinina están involucrados en la regulación del apetito y el metabolismo. En neonatos prematuros, estos efectos pueden afectar la ingesta de alimentos y el crecimiento, llevando a problemas nutricionales.(28)

5. Reacciones Adversas No Específicas: Los efectos secundarios de los neuropéptidos pueden incluir reacciones adversas inesperadas como cambios en el comportamiento, irritabilidad, o efectos cardiovasculares. La variabilidad en la respuesta a estos péptidos en neonatos prematuros puede complicar su uso (29).

Se ha analizado que algunas estructuras pueden estar presentes o totalmente desarrolladas al momento de nacer, como los nociceptores y las vías encargadas de transmitir el dolor, sin embargo, el sistema de protección contra el dolor no se encuentra disponible (22), por lo que los estímulos dolorosos serán experimentados en desproporción, retroalimentando la experiencia negativa hacia el dolor y bajos umbrales en la nocicepción.

El dolor como cualquier otra sensación se encuentra modulado y existen mecanismos analgésicos intrínsecos modulados por el sistema de opioides endógenos del ser humano. Este mecanismo permite controlar y modular la respuesta adecuada ante el dolor, sin embargo, al estar ausente o poco desarrollado en el RNP la respuesta será exagerada y descontrolada, por ello, es que la experiencia del dolor en los primeros años de vida, está relacionado con respuestas al dolor inadecuadas por umbrales muy bajos.

Es importante reconocer que las neuronas del recién nacido ya son capaces de generar y comunicarse con neurotransmisores, sobre todo del tipo excitatorios, que son abundantes en esta etapa, pero que la capacidad de controlar y limitar la acción de estos todavía no es posible a falta de madurez del sistema modulador. Por ello, es fundamental comprender el impacto que tendrá la estimulación excesiva en un neonato y aún más, en el cerebro del bebé prematuro.

En relación con el dolor, la experiencia sensitiva es desagradable y aunque el recién nacido ya sea término o prematuro no tenga la capacidad de significar o dar un soporte cognitivo a las agresiones dolorosas repetitivas van a formar la experiencia en el sistema de dolor, así mismo, si bien el recién nacido no tiene la capacidad de verbalizar el dolor se manifiesta por cambios conductuales,

hemodinámicos y bioquímicos.

Hasta este momento podemos asegurar que el neurodesarrollo es un proceso vulnerable y capaz de alterarse y que la estimulación negativa de éste tendrá un impacto igualmente negativo, que pueden llegar a ser incapacitantes en el futuro ser. No tratar el dolor puede provocar somatización, disminución de la capacidad de aprender y conductas adictivas.

El estímulo doloroso que puede ser térmico, químico o mecánico, produce daño tisular y libera sustancias como la bradicinina, potasio, prostaglandinas, citocinas, factor de crecimiento nervioso y sustancia P, estimulando fibras aferentes desde la periferia hasta el asta dorsal de la médula espinal. Son transmitidas especialmente por fibras amielínicas tipo C y las pobremente mielinizadas fibras A-delta, lo que significa que la transmisión es más lenta a comparación que en un adulto y no significa, que no exista tal transmisión. (20)

La modulación se lleva acabo para ampliar o disminuir la respuesta ante él estímulos dolorosos, principalmente en él asta dorsal de la médula espinal, es un proceso interneuronal que recibe respuesta desde el tálamo y tallo cerebral, pues recordemos que las vías que transmiten el dolor se proyectan hacia distintas áreas del encéfalo. La modulación descendente ocurre tras la liberación de neurotransmisores como la norepinefrina, serotonina, opioides endógenos, GABA y acetilcolina por parte de áreas supraespinales como de la sustancia gris periacueductal, núcleo del rafe y el locus coeruleus. En estas vías se liberan neurotransmisores que permiten la modulación como lo es la norepinefrina, serotonina, ácido gamma-aminobutírico, glicina y encefalina, estos son los neurotransmisores encargados de bloquear la liberación de la sustancia P, glutamato y otras sustancias excitatorias.

Principalmente, los neurotransmisores que amplifican la señal nociceptiva son la sustancia P, el péptico relacionado con el gen de la calcitonina y la neuroquina. Estos aminoácidos actúan sobre los receptores NMDA (N-metil-D-Aspartato) que al activarse pueden mantener abierta la

recepción de los promotores del dolor, un tipo de receptor NMDA que es el más estudiado para manejo del dolor se encuentra en áreas donde se transmiten como en los ganglios dorsales, astas dorsales de la médula espinal, tálamo, hipocampo y corteza. La activación prolongada de los receptores de NMDA, sobre todo con la acumulación excesiva de glutamato, se relaciona a efectos excitotóxicos, neurodegeneración y muerte celular por lo que en enfermedades neurológicas desempeñan un alto nivel de importancia. (49)

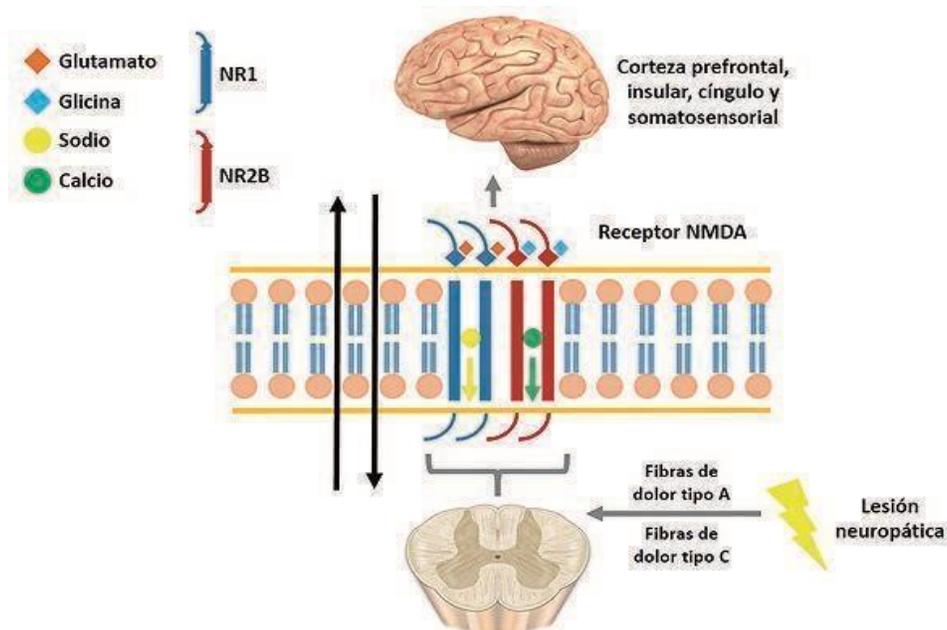


Ilustración 6 Receptores de NMDA - imagen extraída del artículo Receptores NMDA: fundamentos e implicaciones terapéuticas en el manejo del dolor

Patológicamente hay un proceso que se genera por la estimulación repetitiva del dolor en adultos se conoce como sensibilización central o Wind-up que consiste en la disminución del umbral del dolor y alterar la percepción ante el dolor, que es exagerada en intensidad y duración. Se puede definir como un estado en el que el sistema nervioso central amplifica la información sensorial a través de muchos sistemas y órganos. Además, Kevin c. Fleming et al (2005) menciona que esa respuesta amplificada del SNC se acompaña de plasticidad neuronal que aumentará la sensibilidad

en la estimulación futura. (48). La sensibilización central está relacionada a enfermedades caracterizadas por el dolor crónico, como la fibromialgia, síndrome dolor miofascial, síndrome de fatiga crónica, de intestino irritable, cefalea y migraña, entre otros síndromes que comparten sintomatología.

4.4 El dolor en recién nacidos

Durante mucho tiempo ha predominado la idea de que los neonatos no sienten dolor, por ende es tema es minimizado por algún sector de quienes atienden los procesos que integran el desarrollo del recién nacido (30), sin embargo, hacia el primer año de vida, las vías neuronales encargadas de transmitir el dolor ya se encuentran desarrolladas y listas para cumplir su función, esto quiere decir que las estructuras encargadas de recibir los estímulos y de la transducción en sensaciones dolorosas ya son capaces de enviar este tipo de información a través de las vías especializadas en el transporte del dolor al sistema nervioso central. (22)

Con probabilidad, la falta de verbalización, la memoria aún no desarrollada, los riesgos de la farmacología analgésica u opioide en el recién nacido, son factores que producen la creencia de la ausencia del dolor en el recién nacido, una equivocada percepción sobre el dolor. Sin embargo, se contraponen el actual conocimiento de que el dolor está presente, no solo en el recién nacido, sino que también en los recién nacidos prematuros y que, sumado a ello, el dolor se encuentra descontrolado en la ausencia de los sistemas antiálgicos y mucho más intenso de lo que debería ser (31)

Retomando la definición de dolor que la Asociación internacional para el estudio del dolor ofrece, donde dolor es: “Una experiencia sensitiva y emocional desagradable, asociada a una lesión tisular real o potencial” debemos partir, identificando las estructuras involucradas en el dolor y que,

además, ya se encuentran presentes en el recién nacido prematuro (RNP)

4.5 Procedimientos dolorosos en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCIN)

Algunos de los procedimientos que se hacen en la UCIN para control del neonato en pro de su salud involucran la pérdida de la continuidad de la piel, como el tamiz, toma de muestras sanguíneas, entre otras

La siguiente tabla resume los procedimientos dolorosos comunes en neonatos hospitalizados en unidades de cuidados intensivos (UCIN).

Tabla I. Procedimientos dolorosos comunes en neonatos prematuros hospitalizados en la UCIN

Procedimiento	Descripción
Punción de talón	Extracción de sangre para pruebas como el tamiz.
Punción lumbar	Obtención de líquido cefalorraquídeo.
Intubación	Inserción de un tubo en la tráquea para ventilación.
Inserción de un catéter periférico o central	Colocación de un catéter en una vena
Extracción de sangre por punción venosa	Extracción de sangre de una vena.
Aspiraciones	Limpieza de secreciones en la cavidad nasal y bucal
Colocación de sondas nasogástricas	Inserción de una sonda a través de la nariz hasta el estómago.
Procedimientos de diálisis	Procesos para eliminar desechos y exceso de líquido.
Manipulación y cuidados de heridas	Manejo y cuidado de heridas quirúrgicas o de otras lesiones.

Tabla 1 Procedimientos dolorosos

4.6 Escalas de valoración del dolor en recién nacidos

Las escalas de valoración clínica son herramientas utilizadas en contexto de la valoración del paciente enfermo que nos permiten evaluar el estado del paciente de forma objetiva y nos ayudan a tomar decisiones tanto en el diagnóstico como en el tratamiento. Son precisas, sencillas de aplicar y suponen un recurso necesario para el profesional de salud.

En el dolor también son necesarias las escalas puesto que afectan en distintas esferas al paciente. Aunque definir al dolor ha tenido sus dificultades para causar conformidad debido a que el dolor como síntoma, tiende a ser interpretada como subjetiva debido a su carácter individual, sensorial y de la experiencia del paciente y a pesar de los avances en las ciencias de la salud, aún no se puede medir como si se logra en la temperatura a través de un termómetro. Será el observador quien juzgará el “dolor” basado en su percepción, por lo que el uso de escalas de valoración se haga recurrente y necesario para caracterizar al dolor, que tradicionalmente pueden ser analógica, verbal, numérica, gráfica, etc. Al ser parte de la valoración también podrá incluirse en la historia clínica y darle seguimiento.

<i>Tipo escala</i>	<i>Características</i>	<i>Numeración Interpretación</i>
Escala analógica visual (EVA)	Permite medir la intensidad del dolor con la máxima reproductibilidad entre los observadores. Consiste en una línea horizontal de 10 centímetros, en cuyos extremos se encuentran las expresiones extremas de un síntoma. En el izquierdo se ubica la ausencia o menor intensidad y en el derecho la mayor intensidad. Se pide al paciente que marque en la línea el punto que indique la intensidad y se mide con una regla milimetrada. La intensidad se expresa en centímetros o milímetros	Sin dolor Máximo dolor
Escala numérica (EN)	Escala numerada del 1-10, donde 0 es la ausencia y 10 la mayor intensidad; el paciente selecciona el número que mejor evalúa la intensidad del síntoma. Es el más sencillo y el más usado	0 = sin dolor 10 = máximo dolor
Escala categórica (EC)	Se utiliza si el paciente no es capaz de cuantificar los síntomas con las otras escalas; expresa la intensidad de síntomas en categorías, lo que resulta más sencillo. Se establece una asociación entre categorías y un equivalente numérico	0 (nada) 4 (poco) 6 (bastante) 10 (mucho)
Escala visual analógica de intensidad	Consiste en una línea horizontal de 10 cm; en el extremo izquierdo está la ausencia de dolor y en el derecho el mayor dolor imaginable	0 = nada 10 = insoportable
Escala visual analógica de mejora	Consiste en la misma línea; en el extremo izquierdo se refleja la no mejora y en el derecho la mejora total	0 = no mejora 10 = mejora

Tabla 2 abla II Escalas más utilizadas para la valoración del dolor -

<http://www.1aria.com/docs/sections/areaDolor/escalasValoracion/EscalasValoracionDolor.pdf>

La Unidad de cuidados intensivos también es un espacio donde las escalas de valoración del dolor son útiles y necesarias como parte de una atención integral, importante pues la población valorada no puede expresarse verbalmente (que anteriormente, se expresó que la falta de expresión verbal puede ser un obstáculo para su diagnóstico y tratamiento) y que el único indicio de que el dolor es desagradable para el neonato, será expresado por los cambios conductuales, bioquímicos y fisiológicas.

En el siguiente de enlistado se mencionan algunas escalas que se pueden utilizar en el neonato para calificar, valorar y caracterizar al dolor en esta población. (47)

PIPP (Premature infant pain profile): Es la más recomendada para RNP, ya que en la evaluación incluye la edad gestacional y el cambio de comportamiento, se recomienda hacerla antes y después del procedimiento doloroso y en prematuros de entre la 29 y 40 SDG.

NIPS (Neonatal infant Pain scale): Evalúa el comportamiento posterior a la punción del talón de neonatos a término.

CRIS score (Crying Requires Oxygen for Saturation Increase vital Sings): Por sus siglas en inglés, C de llanto, R de requerimiento de oxígeno para mantener saturación, I de incremento de signos vitales y finalmente S de insomnio. Fiable en neonatos nacidos después de la semana 32.

NFCS (Neonatal Facing Coding System): Evalúa al dolor causados por procedimientos dolorosos a través de los movimientos musculares que el neonato presente, se necesita de experiencia, ya que el resultado puede variar con percepciones no entrenadas.

Score EDIN (Escala de dolor e incomodidad del neonato): Evalúa la expresión facial, el tono muscular, sueño, relación y contacto con el medio ambiente y con las personas. No es útil en neonatos sedados, aunque si toma en cuenta el medio ambiente debe enfocarse en dolor para que sea efectiva.

Escala de Susan Given Bells: Valora la intensidad del dolor a través de cambios conductuales y

fisiológicos, que permiten evidenciar de manera objetiva y cuantificable la aparición e intensidad del dolor al realizar procedimientos considerados dolorosos

Amiel-Tison: Mide signos conductuales más que fisiológicos, como el sueño, el llanto, entre otras conductas. Muy útil en los primeros 3 meses de edad.

Escala CONFORT: La escala CONFORT evalúa los cambios fisiológicos la ventilación espontánea o asistida, estado de alerta o sedación, tono muscular, movimientos corporales, expresión facial y signos vitales.

CAPÍTULO 5

Metodología y resultados

En el presente capítulo se presenta el proceso investigativo con el ánimo de mostrar cada una de las fases por las que se transitó al reflexionar y establecer este tema de investigación; aquí también encontrarán el análisis de datos que permite dar cuenta de la triangulación desarrollada entre la revisión documental, los datos obtenidos y las investigaciones revisadas en los antecedentes.

Este capítulo resulta de vital importancia ya que se puede observar como los datos obtenidos y las reflexiones y muestras que surgen a lo largo de la investigación dan cuenta de un tema que tiene mucho por revisar y que este resulta ser un acercamiento de muchos otros que servirían y ampliarían el campo de la fisioterapia.

5.1 Marco metodológico

La presente investigación se desarrolla dentro de la metodología cualitativa, este método consiste en conocer lo generativo o su valor cultural, vale decir, el orden de significación, la perspectiva y la visión de los sujetos con los cuales se establece la problemática en cuestión.

Este método posibilita una aproximación más holística al fenómeno en estudio, pudiendo indagar en el ámbito de los conceptos, sus significados y las prácticas desde la perspectiva profesional del sujeto tratante y la poca o casi nula participación verbal o descriptiva de la experiencia del Recién nacido prematuro en una etapa de desarrollo crucial para el presente y el futuro ante el fenómeno del dolor a tan temprana edad.

De este modo su utilización permite un acercamiento a los discursos, las prácticas y las relaciones institucionales que se producen al interior de una unidad de cuidados intensivos neonatales (de aquí

en adelante UCIN), entre los diversos profesionales de la salud (enfermería y medicina) que están encargados de intervenir a los recién nacidos prematuros en la UCIN.

Como siguiente paso, se realizó una búsqueda bibliográfica en buscadores como Google académico, Scielo, pubMED y del (National institute of Health, NIH de artículos científicos y metanálisis publicados a partir del 2010 en revistas digitales y de acceso gratuito, en habla hispana o en inglés.

Se introdujeron en los buscadores palabras como “Dolor en el recién nacido” “impacto del dolor a temprana edad” “Dolor en prematuros” “intervenciones dolorosas en la UCIN” “Dolor y neurodesarrollo”, la lectura de las publicaciones condujeron a otras publicaciones que se usaron para complementar el estudio.

Se creó un instrumento para el acercamiento a los profesionales de salud relacionados al cuidado de neonatos en unidades de cuidados intensivos, por lo que se recurrió a formularios de Google, de uso libre y gratuito, el formulario se estructuró para caracterizar al participante con su profesión y puesto o especialidad, protegiendo su anonimato.

El objetivo del formulario es obtener su perspectiva subjetiva sobre el dolor en recién nacidos y el impacto del dolor en el neurodesarrollo, por lo que el formulario no tiene como objetivo calificar al participante.

Para localizar participantes que se dedican al cuidado intensivo de neonatos en UCIN en centros hospitalarios se utilizó la técnica de Bola de nieve para el acercamiento a dicho personal y a sus pares, ya que el ingreso a las instituciones públicas fue limitado. La técnica consistió inicialmente en compartir a 2 participantes que cumplieron con los criterios del estudio el instrumento “Dolor en el recién nacido”, creado para el estudio. A los participantes se les pidió recomendar a otros posibles participantes que también cumplan con los criterios de admisión, ser profesionales de la salud y trabajar en una unidad de cuidados intensivos neonatales. Este proceso se repitió hasta

alcanzar el tamaño de muestra fijado.

5.2 Administración del formulario.

El formulario fue compartido por medio de un link en la aplicación de Whatsapp, el link era de acceso libre, sin restricción de tiempo u horario, se invitó a personal que trabaja en unidades de cuidados intensivos en Chiapas. Ningún código u otra información fue incluida en el cuestionario, con el fin de asegurar el anonimato de los entrevistados, aunque se conoce la dirección de correo electrónico, este era necesario para participar en el formato que Google forms solicita.

El cuestionario constó de reactivos y estructura como se muestran en el anexo de este capítulo, para el procesamiento de la información obtenida entre los resultados de la información encontrada en la búsqueda bibliográfica y el formulario “El dolor en el recién nacido” se realizó una triangulación para dar paso a las conclusiones que leen en el capítulo siguiente.

5.3 Limitaciones de investigación

Para el presente estudio se identificó aquellos obstáculos que limitaron la investigación, como la reducida publicación en México sobre el tema, artículos de más de diez años y capacidad limitada de los autores en la traducción de artículos en inglés. Tales limitaciones restringen o condicionan la validez, aplicabilidad y generalización de los resultados de un estudio o investigación posiblemente por las limitaciones propias de los investigadores, aunque claramente esto permite sugerir nuevas y futuras líneas de investigación en el tema.

5.4 Análisis y resultados

Actualmente el dolor puede pasar por desapercibido en la UCIN debido a que algunos profesionales de la salud no conciben la idea de que el neonato puede sentir dolor, antes de 1980 era una creencia de la medicina, ahora sabemos que el neonato no solo siente dolor, sino que es hipersensible al dolor. (32)

Los neonatos sean prematuros o no, están expuestos a procedimientos dolorosos que pueden ser rutinarios, necesarios, poco o muy invasivos. Este dolor es percibido por cambios a corto plazo como aumento de la frecuencia cardiaca y respiratoria, cambios conductuales en el neonato, cambio en las conductas de sueño y duración del llanto. están expuestos sobre todo en un momento en el que el desarrollo tanto físico como neuronal es sensible al cambio en la experiencia sensorial y motora.

Los procedimientos encontrados son punciones de tamizaje, colocación de sondas, colocación de catéteres, toma de temperatura rectal, retiro de fijaciones de sondas, cirugías menores o mayores, son procedimientos que describe la literatura, rutinarios en algunos neonatos internados en UCIN y mencionados en las entrevistas a personal médico y enfermería de 2 hospitales públicos que se muestra en la última sección de los resultados del presente estudio.

La hipersensibilidad al dolor es un elemento causado por los umbrales bajos de excitación y sensibilización en el procesamiento del dolor de la médula espinal, desencadenando la maximización de los efectos centrales.(33)

Por lo que, el periodo de neurodesarrollo evoca a la plasticidad de los tejidos nerviosos y sus conexiones sobre todo sensoriales lo que puede provocar cambios a corto y largo plazo, alteraciones ya sean estructurales o funcionales que podrían llegar a la adultez. Algunas alteraciones

mencionadas fueron posibles deficiencias de atención, problemas en el área cognoscitivas y del aprendizaje, alteraciones psiquiátricas, síndromes de dolor crónico y procesos de apoptosis prematura sobre todo en cerebros en desarrollo y maduración (34)

Las vías del dolor ya se encuentran disponibles y funcionales al nacer en un neonato a término, la ausencia de conocimiento sobre el concepto del dolor no excluye al neonato para no sentirlo, incluso la sensación dolorosa puede ser muy intensa. En neonatos prematuros, dependerá del mes de nacimiento, ya que las vías se encuentran disponibles desde la semana 30 de gestación, aunque desde la 7a semana ya se encuentran disponibles los receptores de sensoriales periorales y tras la semana 20 en toda la piel. (35)

Primer Trimestre (0-12 semanas):

Formación de Nociceptores: Durante el primer trimestre, comienzan a formarse los nociceptores (receptores del dolor) en la piel y en los tejidos internos del feto. Estos receptores están presentes en una forma primitiva, pero aún no están completamente funcionales (36)

Segundo Trimestre (13-26 semanas):

Desarrollo de las Vías Neurales: A partir de la semana 20, los axones de los nociceptores empiezan a formar conexiones con el sistema nervioso central. Las vías neuronales que transmiten las señales de dolor al tálamo y a las áreas corticales del cerebro se desarrollan gradualmente (37)

Mielinización Inicial: En el segundo trimestre, se inicia el proceso de mielinización de las fibras nerviosas. La mielinización es fundamental para la transmisión eficiente de las señales dolorosas y continúa durante el período neonatal (38)

Tercer Trimestre (27-40 semanas):

Maduración de las Vías del Dolor: Para el final del tercer trimestre, las vías del dolor están bastante desarrolladas, aunque no completamente maduras. La capacidad para percibir y responder al dolor está presente, y las respuestas nociceptivas se vuelven más sofisticadas. (38)

Mielinización Continua: La mielinización de las fibras nerviosas continúa durante las últimas semanas del embarazo, mejorando la velocidad y la precisión en la transmisión de las señales del dolor (39)

Primeros Meses Después del Nacimiento:

Desarrollo Postnatal: Aunque las vías del dolor están funcionales al nacer, el procesamiento central del dolor, incluyendo la maduración de las áreas cerebrales responsables de la interpretación consciente del dolor, sigue desarrollándose durante los primeros meses de vida (40). La mielinización y la integración de las señales dolorosas continúan durante el primer año (41)

Coincidiendo con el autor del artículo Lesión cerebral en el niño prematuro, Las alteraciones físicas que produce el dolor como el aumento de la presión arterial pueden producir daño neurológico, la hipertensión arterial o las situaciones de apnea que puede producir el llanto es un problema clínico que puede producir hemorragias intracraneales en el cerebro del recién nacido prematuro con lesiones en la sustancia blanca o hemorragias en la matriz germinal, ya que la circulación y la perfusión del cerebro es vulnerable a los cambios de presión. (42)

Según Walker y autores, en su artículo “Persistent changes in peripheral and spinal nociceptive processing after early tissue injury” donde reúne resultados de estudios de laboratorio y trabajos en los que se estudió el trauma por daño tisular y su efecto en la primera infancia, el dolor en neonatos prematuros puede alterar estructural y fisiológicamente los canales iónicos de las neuronas primarias y la médula espinal en las vías sensitivas vías del asta dorsal, la respuesta de la microglia y expresarse en el adulto. (43)

El dolor de manera directa produce liberación de neuropéptidos, la liberación del glutamato en RNP podría ser neurotóxico. El dolor está asociado a deterioro cognitivo eso debido a desregularizaciones que el cortisol puede provocar en algunas zonas cerebrales y ejes con otras áreas del encéfalo, por lo menos en la exposición del dolor en neonatos muy prematuros (44). la

acumulación de glutamato es especialmente es neurotóxico en su aparición temprana en un cerebro inmaduro con Lesión Periventricular (LPV), sobre todo en los oligodendrocitos. (45)

El dolor está asociado a pérdida de función cognitiva y función motora, debido a deterioro de la sustancia gris y blanca, donde se encuentra que las áreas más afectadas fueron sensorio-motora, premotora temporal y parietooccipital. Aunque también es posible afecciones en el crecimiento del cerebelo. (22)

Los tratamientos relacionados a la disminución del dolor: farmacológicos y no farmacológicos

Farmacológicas

En el presente estudio se clasifican las medidas para el control del dolor en farmacológicas y no farmacológicas. Las medidas farmacológicas el uso de paracetamol, sacarosa y opiáceos. Las dos primeras son empleadas normalmente, sin embargo, los opiáceos son de mayor restricción, porque pueden estar relacionados con la adicción, como el fentanilo. (45)

No farmacológicos

Entre los resultados de control de dolor, la lactancia materna es una opción como método no farmacológico de control del dolor, aunque cuenta con evidencia moderada entre varios estudios que se realizaron respaldada por Cochrane. De los estudios encontrados, la lactancia materna reduce la frecuencia cardíaca, saturación, presión arterial, duración del tiempo de llanto, etc. Además de que en la mayoría de los estudios no informaron efectos indeseables o perjudiciales de la administración de lactancia materna como tratamiento analgésico. Aunque la evidencia respalda únicamente al dolor agudo producido por procedimientos dolorosos menores.

Desafortunadamente, existen pocos estudios relacionados al recién nacido prematuro que cursó dolor en la unidad de cuidados intensivos y los efectos del dolor acumulado en esta población.

Medidas no farmacológicas para mejorar el confort del neonato

El dolor es un factor de la aparición de disconfort o confort deteriorado en el neonato, por lo que controlar los estímulos dolorosos debe ser importante para mejorar el confort del neonato durante su estancia en la UCIN, por ello, controlar el ambiente de la UCIN también contribuye a mejorar el estado de confort del neonato hospitalizado. El dolor más un ambiente no favorable produce cambios conductuales en el recién nacido como mayor duración del llanto, irritabilidad, y fisiológicos a corto plazo como el aumento de la frecuencia cardíaca, disminución de la saturación, aumento de la presión arterial, interrupción y disminución de la calidad del sueño. (45)

Dentro de las medidas no farmacológicas para control el dolor, se puede mencionar el uso de sacarosa o glucosa al 30% via oral previo a la realización de medio ambiente, amamantar al niño con el pecho de la madre durante el procedimiento doloroso, posicionamiento fetal ayuda a l reducción de la frecuencia cardíaca y el llanto, la succión no nutritiva está relacionada a la reducción de respuesta fisiológica al dolor.

La calidez humana, manejo gentil, caricias, arullo, manejo de la voz suave, música a bajo volumen, minimizar la manipulación no agradable, agrupar los procedimientos dolorosos pero necesarios y control del ambiente como la temperatura el ruido, la luz Todas las acciones anteriores disminuyen el estrés en el neonato y proveen soporte para enfrentar al dolor. (47)

Herramientas para valorar el dolor

Las escalas de valoración clínica son herramientas utilizadas en contexto de la valoración del paciente enfermo que nos permiten evaluar el estado del paciente de forma objetiva y nos ayudan a tomar decisiones tanto en el diagnóstico como en el tratamiento. Son precisas, sencillas de aplicar y suponen un recurso necesario para el profesional de salud. La Unidad de cuidados intensivos también es un espacio donde las escalas de valoración del dolor son útiles y necesarias como parte

de una atención integral, importante pues la población valorada no puede expresarse verbalmente.

Participación del profesional sanitario: el fisioterapeuta

El desarrollo físico y emocional del Recién nacido Prematuro es una competencia que a todos los profesionales de la salud involucrados en el cuidado hospitalario les interesa, los cuidados ejercidos en las unidades de cuidados intensivos neonatales de los hospitales también cumplen con ese objetivo.

Cuando observamos el desarrollo de neonato vemos sus campos de crecimiento como ser humano, pos sistemas interrelacionados y vinculados hacia el desarrollo completo o afectado por la enfermedad o condición a la que los infantes se enfrentan. Todos los sistemas incluyen sistemas otros sistemas que los regulan y organizan para su funcionamiento. El fisioterapeuta es capaz de observar dichos sistemas y subsistemas y además crear y diseñar estrategias e intervenciones para optimizar y organizar los sistemas agredidos por la inmadurez, bajo esa premisa el fisioterapeuta tiene entre sus herramientas el masaje, el movimiento, el calor, otros métodos neurológicos y de estimulación temprana, enseñar el método canguro, la lactancia materna y la cercanía de la madre. El objetivo de dicha planificación es la de lograr el adecuado desarrollo fisiológico y neuromotor del neonato para su vida a largo plazo. (46)

El formulario: “Dolor en el recién nacido hospitalizado en la unidad de cuidados intensivos”

A continuación se presentan los resultados del formulario que se utilizó para el estudio. Se presenta un análisis en relación al presente estudio. Se recibieron a 20 respuestas que corresponde al número de participantes. El formulario no tiene como objetivo evaluar el conocimiento del participante, aunque para la interpretación de las respuestas debe ser comparado con la información encontrada en este estudio.

1. Primera sección

En la primera sección del formulario se identificará al participante, se excluyen nombres por

privacidad pero se caracterizan con su puesto de trabajo en la unidad de cuidados intensivos neonatales del hospital en el que laboran, además de describir su profesión y de tener especialidad, también debe ser expresada.

En esta sección se espera mostrar al participante como un profesional de la salud relacionado al cuidado de neonatos hospitalizados, además de extraer de su experiencia y conocimiento actuales sobre el dolor en neonatos prematuros.

2. Segunda sección

¿La madurez neurológica del recién nacido prematuro le permite percibir dolor?

Las respuestas de la primera pregunta en la 2ª sección, fue en referencia a la capacidad de sentir dolor en los recién nacidos prematuros debido a la madurez neurológica en la que se pueden encontrar los prematuros. Las siguientes respuestas resumidas en el siguiente cuadro.

Pregunta	Respuestas	Comentarios
La madurez neurológica del recién nacido prematuro le permite percibir dolor, si / no ¿Por qué?	Si	Las conexiones neuronales y vías del dolor ya están desarrolladas. Podrá no sentir dolor al nivel de un adulto, pero sí son capaces de reconocerle Si, porque está desarrollado el sistema neurológico y el umbral del dolor en la actualidad, existen datos que afirman que el neonato es capaz de percibir dolor Si, ya que ellos manifiestan en la expresión facial, actividad motora, llanto o capacidad para conciliar el sueño

	No	<p>No, porque no perciben el dolor por inmadurez</p> <p>No, porque el desarrollo neurológico no está completo, por lo que el cuerpo no es capaz de percibir las sensaciones periférica</p>
--	----	--

Tabla 3 Preguntas y respuestas de participantes de la primera pregunta de la segunda sección.

¿Cuántos procedimientos que usted considera dolorosos realiza en un RN durante un turno de 8 horas?

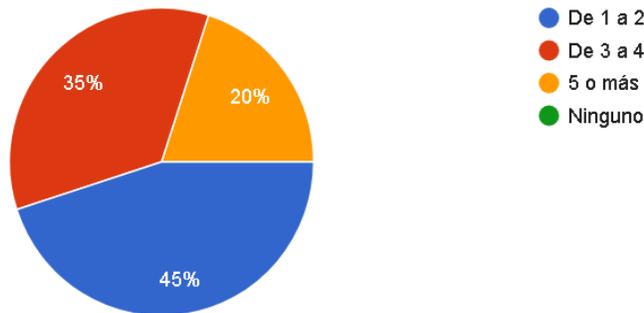
La siguiente pregunta proponía cuestionar al profesional sanitario si algunos de los procedimientos que realizan en la unidad de cuidados intensivos neonatales eran dolorosos en el turno que en el que trabajaban. El porcentaje total de las respuestas fueron positivas, o sea que del 100% de las respuestas fueron respondidas con Sí.

En relación a la pregunta anterior, se dio continuidad cuestionando sobre la cantidad de procedimientos que se realizan en un turno de 8 horas, el rango descrito según el número de intervenciones dolorosas fue de 0 procedimientos, 1 a 2 procedimientos, 3 a 4 procedimientos, 5 o más procedimientos.

De 20 respuestas registradas, 9 contestaron que de 1 a 2 procedimientos, 7 de 3 a 4 procedimientos, 4 contestaron de 5 o más procedimientos, no se recibió ninguna respuesta relacionada a 0 procedimientos.

3. ¿Cuántos procedimientos que usted considera dolorosos se realizan en un recién nacido durante un turno de 8 horas?

20 respuestas



Esquema Anexos 1 Pregunta 2 del formulario "Dolor en el recién nacido prematuro"

Se le pidió al participante que asignara según su percepción de dolor al hacer el procedimiento, un valor que va del 0 al 5 donde el 0 es nada doloroso y 5 muy doloroso. El formulario propone 5 procedimientos que pueden ser dolorosos y se anexa la pregunta 6, donde se pide al participante que agregue otro procedimiento que considere también doloroso y realiza en sus actividades.

Algunos de los procedimientos dolorosos que se mencionaron en el formulario fueron:

Aspiración de secreciones

Toma de muestras

Instalación de sondas

Instalación de catéteres

Retiro de fijaciones

¿Agregaría otro procedimiento que pueda ser doloroso para un recién nacido de los mencionados en la pregunta anterior?

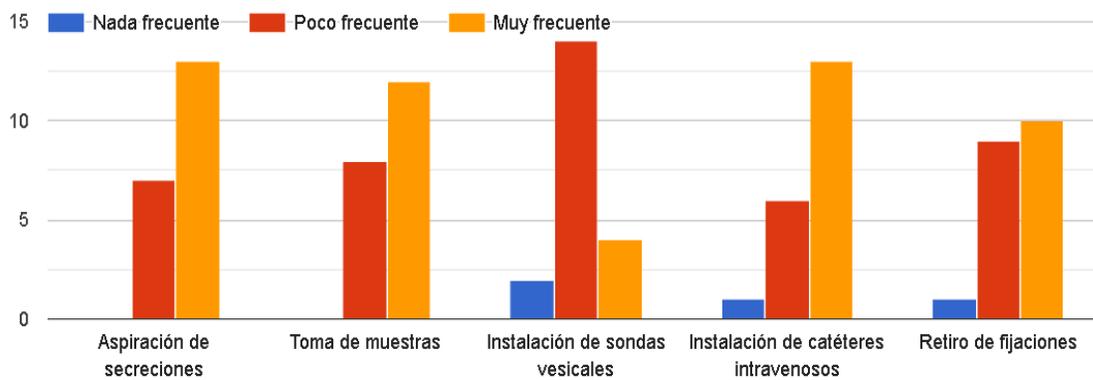
Los participantes agregaron procedimientos que la pregunta 4 no proponía. Los procedimientos agregados por los participantes son toma de temperatura rectal, estimulación rectal para defecar,

aplicación de medicamentos, intubación, curación de heridas y cambios posturales

Pregunta 6 – Asigne la frecuencia de los siguientes procedimientos

Se pidió al participante agregar una frecuencia a los procedimientos que calificaron como nada o muy doloroso. El resultado de la pregunta muestra una frecuencia elevada en la mayoría de los procedimientos, como se expresa en la gráfica 2.

6. Asigne la frecuencia de los siguientes procedimientos



Esquema Anexos 2 Pregunta 6 del formulario "Dolor en el recién nacido prematuro"

CONCLUSIONES

Aunque no se haya encontrado un impacto tan severo como el que la hipoxia genera al provocar parálisis cerebral, también se debe colocar una lupa sobre el tema del dolor en neonatos, especialmente a aquellos que son prematuros. Puesto a que existe una relación de impacto negativo entre el dolor y el neurodesarrollo.

Se debe concientizar y actualizar a los profesionales de la salud en formación o laborantes, como enfermeros, médicos y fisioterapeutas, que puedan estar presentes en una unidad de cuidados intensivos, por lo menos dentro del contexto temporal, social y económico que rodea este estudio sobre el impacto fisiológico que el dolor tiene sobre el neonato.

Un programa efectivo para la prevención del dolor en el recién nacido debe incluir: disminuir el número de procedimientos dolorosos, minimizar el estrés ambiental, utilizar escalas de dolor en neonatos, y aplicar medidas conductuales para disminuir la percepción del dolor, como la administración de una solución oral de sacarosa al 24%, la succión no nutritiva, la contención, realizar los procedimientos dolorosos durante la toma de pecho o estando el recién nacido en contacto piel con piel con su madre.

ANEXOS

Anexo 1. Entrevista

Dolor en el Recién nacido prematuro

La siguiente encuesta se realizó como instrumento para recopilar información sobre el dolor en el recién nacido prematuro hospitalizado en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales para la realización de una de tesis de licenciatura de fisioterapia de la UNICACH. Las respuestas de este formulario no valoran el conocimiento del encuestado.

Nos ayudaría si compartes el link de la encuesta a otros compañeros que colaboren en la UCIN (Personal de enfermería, medicina y fisioterapia). Te agradecemos de antemano haber contestado esta encuesta.

* Indica que la pregunta es obligatori

1. Correo electrónico *
2. Puesto de trabajo en la UCIN *
3. Profesión / especialidad *
4. Lugar de residencia *
5. 1. La madurez neurológica del recién nacido prematuro le permite percibir dolor, si / no ¿Por qué? *
6. 2. ¿Considera dolorosos algunos procedimientos que se realizan en la UCIN? *

Marca solo un óvalo.

Si No

7. ¿Cuántos procedimientos que usted considera dolorosos se realizan en un recién nacido durante un turno de 8 horas?

Marca solo un óvalo.

De 1 a 2

De 3 a 4

5 o más Ninguno

8. Asigne del 1 al 5 al valor de dolor al que crea que corresponda los siguientes procedimientos, siendo 0 nada doloroso y el 5 el más doloroso.

Marca solo un óvalo por fila.

0 1 2 3 4 5

Aspiración de secreciones

Toma de muestras

Instalación de sondas vesicales

Instalación de catéteres intravenosos

Retiro de fijaciones

9. ¿Agregaría otro procedimiento que pueda ser doloroso para un recién nacido de los mencionados en la pregunta anterior? *

Marca solo un óvalo.

Si / No

Otros:

10. Asigne la frecuencia de los siguientes procedimientos *

Marca solo un óvalo por fila.

Nada frecuente / Poco frecuente / Muy frecuente

Aspiración de secreciones

Toma de muestras

Instalación de sondas vesicales

Instalación de catéteres intravenosos

Retiro de fijaciones

11. ¿Ha considerado el nivel del dolor del recién nacido durante los procedimientos?

Marca solo un óvalo.

Siempre A veces Nunca

12. ¿Cree que dolor impacta el neurodesarrollo del recién nacido prematuro?

Marca solo un óvalo.

No Sí Tal vez

13. ¿Conoce usted métodos no farmacológicos para controlar y/o disminuir el dolor?

Marca solo un óvalo.

No Sí

14. Si respondió positivamente la pregunta anterior, ¿puede mencionar cuáles conoce?

15. ¿Considera que el control ambiental de la UCIN (temperatura, iluminación, ruido, etc.)

contribuye a la disminución del dolor en el recién nacido?

Marca solo un óvalo.

Si No

16. Si la respuesta anterior es positiva, explique o ejemplifique de que forma el factor ambiental

disminuye o aumenta el dolor

17. ¿Considera que el control ambiental de la UCIN (temperatura, iluminación, ruido, vigilia, etc.) impacta en el neurodesarrollo del recién nacido?

Marca solo un óvalo.

Si

No

18. Si la respuesta anterior es positiva, explique o ejemplifique de que forma el factor ambiental impacta al neurodesarrollo

19. ¿Considera importante la participación del fisioterapeuta para el fomento del neurodesarrollo desde la UCIN? ¿Por qué?

.

GLOSARIO

Mielina: Sustancia que envuelve y protege los axones de ciertas células nerviosas y cuya función principal es la de aumentar la velocidad de transmisión del impulso nervioso.

Nocicepción: f. Término que hace referencia al mecanismo de transducción (activación del receptor) y conversión de una forma de energía (térmica, mecánica o química) en una forma accesible (impulso nervioso) a las regiones superiores del sistema nervioso central, implicadas en la percepción de la sensación dolorosa.

Transducción: (fisiología) Proceso por el que la célula responde a sustancias del exterior de la célula mediante moléculas de señalización que están en la superficie de la célula o dentro de ella

Noxa: Agente etiológico, agente patógeno o todo factor que, por exceso, defecto o carencia, es capaz de causar un perjuicio a un organismo, destruyendo la homeostasis (equilibrio) que éste mantiene con el medio

Dolor: La International Association for the Study of Pain (IASP) define el dolor como “una experiencia sensorial y emocional desagradable, asociada a un daño tisular real o potencial o descrita en términos de tal daño”

Endógeno: adj. Se dice de lo que se origina en el interior de un organismo

Embarazo: el término utilizado para describir el período en el cual un feto se desarrolla en el vientre o útero de una mujer.

Embrión: Ser vivo en las primeras etapas de su desarrollo, desde la fecundación hasta que el organismo adquiere las características morfológicas de la especie.

Feto: se llama feto a la etapa del desarrollo que transcurre desde el fin de fase embrionaria hasta el momento del nacimiento.

Gestación: Período de tiempo comprendido entre la concepción y el nacimiento.

Neurodesarrollo

Sinapsis

Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica (UTIP): El servicio de UTIP es el encargado de dar atención a pacientes con enfermedades que ponen en riesgo su vida, pero que además sean susceptible de recuperarse.

Bibliografía

1. López Rodríguez LV. Estrategias de intervención en la UCI neonatal: un enfoque fisioterapéutico. *Rev médicas UIS* [Internet]. 2021 [citado el 20 de agosto de 2024];34(1):63–72. doi: <https://doi.org/10.18273/revmed.v34n1-2021007>
2. Hernández Hernández Alma Rosa, Vázquez Solano Edna, Juárez Chávez Alejandra, Villa Guillén Mónica, Villanueva García Dina, Murguía de Sierra Teresa. Valoración y manejo del dolor en neonatos. *Bol. Med. Hosp. Infant. Mex.* [revista en la Internet]. 2004 Abr [citado 2024 Jul 30]; 61(2): 164-173. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-11462004000200009&lng=es
3. Volpe j, Inder T, Darras B, Vries L, Plessis A, Neil J, Perlman J. *Volpe's Neurology of the Newborn Infant*. 6th edición. Philadelphia: Elsevier: USA. 2017.
4. Sadler T.W. Langman; *Embriología médica con orientación clínica*. 8va edición. Philadelphia. Editorial medica panamericana: USA. 2021.
5. Mattila PK, Lappalainen P (junio de 2008). «Filopodia: molecular architecture and cellular functions». *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.* 9 (6): 446-54. PMID 18464790. doi:10.1038/nrm2406
6. Martínez-Morga M, Quesada-Rico MP, Bueno C, Martínez. Diferenciación neural y sinaptogénesis en enfermedades del neurodesarrollo. *rev. Neurol*, 2018;66 (supl 1): 97-102
7. Fleisher T. Apoptosis. *Rev Art.* 1997; 3 (78); 245-250.
8. Poch Olivé M. Neurobiología del desarrollo temprano. *Cont edu.* 2001: 4(1); 79-94.
9. Medina Alva MDP, Caro-Kahn I, Muñoz Huerta P, Leyva Sánchez J, Moreno Calixto J, Vega Sánchez SM. Neurodesarrollo infantil: características normales y signos de alarma en el niño menor de cinco años. *Rev Peru Med Exp Salud Publica.* 2015;32(3):565-73.

10. Papalia D, Duskin Feldman R, Martorell G. Desarrollo humano. 12ma edición. D.F: Mc Graw Hill; 2012.
11. Ceriani Cernadas J, Fustiñana C, Mariani G, Jenik A, Lupo E. Neonatología práctica. Buenos Aires: Medica Panamericana; 2009.
12. Parker, K. J., & Maestripieri, D. "Early life stress and the development of the stress response: A review of the literature." *International Journal of Developmental Neuroscience*. 2016: 49, 17-28.
13. Lundy, B. L., & O'Hare, J. A. (2008). "The impact of maternal separation on the newborn infant: A review of the literature." *Pediatric Nursing*, 34(6), 504-510.
14. Miller, A. L., & Schilling, R. F. (2011). "Effects of maternal separation on the physical and emotional development of infants." *Journal of Pediatric Psychology*, 36(5), 539-548.
15. Beute F, de Kort YA. Salutogenic effects of the environment: Review of health protective effects of nature and daylight. *Appl Psychol Health Well Being* 2014;6(1):67-95.
16. Birch EE, O'Connor AR. Preterm birth and visual development. *Semin Neonatol* 2001;6(6):487-97.
17. Logvinov SV, Potapov AV, Varakuta EY, Drobatulina DA. Dynamics of structural changes in the retina during long-term exposure to bright light. *Bull Exp Biol Med* 2003;136(4):411-4
18. Bullough J, Rea MS. Lighting for neonatal intensive care units: some critical information for design. *Light Res Technol* 1996;28(4):189-98.

19. Fielder AR, Moseley MJ. Environmental light and the preterm infant. *Semin Perinatol.* 2000 Aug;24(4):291-8. doi: 10.1053/sper.2000.8597. PMID: 10975435.
20. Flores Nuñez M. Fisiología del dolor en el feto y en el recién nacido. *Dol Clin Terap.* 2003; 2 (2); 15-20.
21. Ibarra E. Una nueva definición de dolor: un imperativo de nuestros días. *Rev Soc Esp Dolor.* 2006; 13(2): 1.
22. Fernández S, Funes S, Galletto S, Herrera S, Juárez C, Lew A, Scaramutti MI, Soraire M, Soto C, Travaglianti M, Valdés M, Van Ooteghem M. Manejo del dolor en Neonatología. *Arch Argent Pediatr.* 2019; Vol 1 (1): 180-193
23. Ferrandiz M, Genové M, Catalá E. Manual del tratamiento del dolor. Barcelona: Permanyer; 2015.
24. Gless J, Stuttgart G. Morphologic and functional development of the skin: Physiology of the Perinatal Period, Vol III. New York. Appleton- Century-Crofts, 1970; 889.
25. Schechtman VL, Mayer EA, McQuade RD, et al. Neonatal convulsions and neuropeptides: mechanisms and implications. *Neurotoxicol Teratol.* 1994;16(1):71-9.
26. Fahnestock M, McLaughlin M, He S, et al. Effects of neuropeptides on myelination and developmental outcomes. *Brain Res Dev.* 2010;130(1):15-22.
27. Wichmann I, Nunez L. Neuropeptides and inflammation in neonatal immunity. *Cytokine.* 2015;75(1):189-97.
28. Hsu K, Ahmed L, Hsu T. The role of neuropeptides in feeding and metabolism in preterm infants. *Pediatr Res.* 2008;63(4):455-60.
29. Kessler L, Kandel ER. Unexpected side effects of neuropeptides in early development. *J Neurosci.*

1999;19(2):605-12.

30. Maixe J, Miro J. Creencias y actitudes de los pediatras sobre el dolor. Rev Soc. Esp Dolor. 2016; 23 (1): 7

31. Dinerstein A, Brundi M. el dolor en el recién nacido prematuro. Rev Hosp Mat Inf. 1998; 17(1):146-153

32. Perry M, Tan Z, Chen J, Weidig T, Xu W, Cong XS. Neonatal Pain: Perceptions and Current Practice. Crit Care Nurs Clin North Am. 2018 Dec;30(4):549-561. doi: 10.1016/j.cnc.2018.07.013. PMID: 30447813; PMCID: PMC6570422.

33. Fitzgerald M, Beggs S. The neurobiology of pain: developmental aspects. Neuroscientist. 2001; 7(3): 246-57. doi: 10.1177/107385840100700309. PMID: 11499403.

34. Bhutta AT, Anand KJS. Vulnerability of the developing brain neuronal mechanisms. En: Stevens B, Grunau RE, editores. Clinical perinatology . Philadelphia: Saunders Company; 2002; 29. p. 35772.

35. Tutaya A. Dolor en pediatría, Paediatrica [internet]. 2002; 4 (2): 27 – 40 disponible en:<https://cuidadospaliativos.org/uploads/2010/05/Dolor%20en%20pediatr%C3%ADa.pdf>

36. Anand KJS, Hickey PR. Pain and its effects in the human neonate and fetus. N Engl J Med. 1987;317(21):1321-9.

37. Gibbins I, Bennett M, Glover J. The development of the human pain system. In: McMahon SB, Koltzenburg M, editors. Wall and Melzack's Textbook of Pain. 6th ed. Philadelphia: Elsevier; 2013. p. 167-

82.

38. Huo X, Wang Y, Li Y, et al. Maturation of nociceptive pathways in human neonates: Insights from neuroimaging and electrophysiology. *J Neurosci*. 2014;34(29):9463-72.

39. Fitzgerald M. The development of nociceptive circuits. *Nat Rev Neurosci*. 2005;6(6):507-20.

40. Back SA, Miller SP, Gan X, et al. Maturation of the human fetal pain system: An imaging and histological study. *Pain*. 2001;92(1-2):117-24

41. Walker SM. Mechanisms and management of pain in neonates. *Semin Fetal Neonatal Med*. 2008;13(4):233-42.

42. Cabañas F, Pellicer A. Lesión cerebral en el niño prematuro; 2008, revista española de pediatría, <https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/27.pdf>)

43. Walker SM, Beggs S, Baccei ML. Persistent changes in peripheral and spinal nociceptive processing after early tissue injury. *Exp Neurol*. 2016 Jan;275 Pt 2(0 2):253-60. doi:10.1016/j.expneurol.2015.06.020. Epub 2015 Jun 21. PMID: 26103453; PMCID: PMC4686380.

44. Chau CM, Cepeda IL, Devlin AM, Weinberg J, Grunau RE. The Val66Met brain-derived neurotrophic factor gene variant interacts with early pain exposure to predict cortisol dysregulation in 7-year-old children born very preterm: Implications for cognition. *Neuroscience*. 2017 Feb 7;342:188-199. doi: 10.1016/j.neuroscience.2015.08.044. Epub 2015 Aug 28. PMID: 26318333; PMCID:PMC4769966.

45. Prevención del dolor en el recién nacido. Intervenciones no farmacológicas, N. Marta Díaz-Gómez.

Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia. Universidad de La Laguna. Campus de Ciencias de la Salud. La Laguna. Tenerife. España, Vol. 8. Núm. 6. Páginas 318-321 (noviembre - diciembre 2010, DOI: [10.1016/S1696-2818\(10\)70056-1](https://doi.org/10.1016/S1696-2818(10)70056-1))

46. López Rodríguez LV. Estrategias de intervención en la UCI neonatal: un enfoque fisioterapéutico. *MÉD.UIS*.2021;34(1):63-72 doi: 10.18273/revmed.v34n1-2021007.

47. Gallegos Martinez J, Salazar Juarez M. Dolor en el neonato: humanización del cuidado neonatal. *Enf Neuro (Mex)*. 2010; 9 (1); 26-31.

48. Fleming K, Volckech M. Central sensitization syndrome and the initial evaluation of a patient with fibromyalgia: A review. *PubMed Central*. 2015; 6 (2); 20.

49. Martínez Visbal A, Fernández Delgado A, Zarza Zuñiga M. Receptores NMDA: fundamentos e implicaciones terapéuticas en el manejo del dolor. *ePub*. 2020; 49 (5). 1-5.