



FACULTADE DE MEDICINA
E ODONTOLOXÍA

Traballo
de fin de
grao

Avaliación da dor neonatal: revisión sistemática sobre o uso de dúas ferramentas obxectivas: NIPE e SCR

Evaluación del dolor neonatal. Revisión sistemática sobre la utilización de dos herramientas objetivas: NIPE y SCR

Assessment of neonatal pain: a systematic review of the use of two objective tools, NIPE and SCR

Autor/a: Junior German Lenin Dugarte Peña

Titor/a: María Luz Couce Pino

Cotitor/a: Catarina Sevivas

Departamento: Dep. CC Foren. An. Pat, Xin. e Obs e Ped

Xuño de 2025

Traballo de Fin de Grao presentado na Facultade de
Medicina e Odontoloxía da Universidade de
Santiago de Compostela para a obtención do Grao
en Medicina

ÍNDICE

1. ABREVIATURAS	5
2. RESUMEN	6
2.1. Galego.....	6
2.2 Castellano	7
2.3 English.....	8
3. INTRODUCCIÓN.....	9
3.1. Definición del dolor.....	9
3.3. Dolor Neonatal	10
3.4. Evaluación del dolor.....	12
3.4. 1. Evaluación del dolor Neonatal	13
3.6. Manejo del dolor	16
3.6.1. Escala analgésica de la OMS.....	16
3.6.2. Manejo del dolor en el recién nacido.....	17
4. JUSTIFICACIÓN	19
5. OBJETIVOS.....	21
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
6.1. Diseño del estudio	22
6.2. Selección de estudios y búsqueda de datos	22
6.3. Criterios de inclusión, exclusión y de salida	22
6.4. Extracción y síntesis de datos.....	23
7. RESULTADOS	24
7.1. Secuencia de selección y búsqueda de estudio.....	24
7.2. Dolor Neonatal y NIPE	25
7.3. Dolor Neonatal y SCR.....	31
7.4. Dolor Neonatal, SCR y NIPE.....	38
8. DISCUSIÓN.....	39
9. CONCLUSIONES.....	45
10. BIBLIOGRAFÍA	46
11. AGRADECIMIENTOS.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fisiología del Dolor	10
Figura 2: Dolor: tipos y vías.....	12
Figura 3: Dolor y SNA. Creación propia.....	16
Figura 4: Monitor NIPE.....	20
Figura 5: Aplicación de electrodos de medición de conductancia cutánea	20
Figura 6: Diagrama de Flujo de búsqueda sistemática.	24
Figura 7: Posicionamiento neonatal con el método cocooning.	25
Figura 8: Facilitated tucking.....	25
Figura 9: Estudios que utilizan NIPE y tamaño muestral.....	40
Figura 10: Estudios que usan NIPE y medidas no farmacológicas	41
Figura 11: Estudios que utilizaron SCR comparados por tamaño muestral.....	42
Figura 12: Estudios que utilizan SCR y evolución temporal.....	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dolor Neonatal a través del NIPE	26
Tabla 2. Dolor Neonatal a través de SCR.....	32
Tabla 3. Dolor Neonatal a través de SCR y NIPE.....	38

1. ABREVIATURAS

ALPS-1: Astrid Lindgren Children's Hospital Pain Scale.
 ANI: Analgesia Nociception Index
 APN: Edad posnatal
 ASCF: Amplitud de las fluctuaciones
 AUC: Área bajo la curva
 CPAQ: Chronic Pain Acceptance Questionnaire
 CRSO₂: saturación regional cerebral por oximetría de proximidad.
 EDIN Scale: Escala Échelle Douleur Inconfort Nouveau-Né
 EG: Edad gestacional
 FABQ: Fear Avoidance Beliefs Questionnaire
 FC: Frecuencia Cardíaca
 FLACC Escala: Face, Legs, Activity, Cry, Consolability Scale
 HRV: Variabilidad de la frecuencia cardíaca
 GRS: Graphic Rating Scale
 MBP: Presión arterial media
 MPQ: McGill Pain Questionnaire
 NAS: Síndrome de abstinencia neonatal
 NFCS: Neonatal Facial Coding System
 NIPE: Newborn and Infant Parasympathetic Evaluation
 NIPEi: Instant-NIPE
 NIPEm: Mean-NIPE
 NIPS: Neonatal Infant Pain Scale
 NIRS: Near-Infrared Spectroscopy
 NS.SCRs: Respuestas electrodérmicas no específicas
 NSCF/s: Número de fluctuaciones por segundo.
 N-PASS: Neonatal Pain Agitation and Sedation Scale
 NRS: Numerical Rating Scale
 PASS: Pain Anxiety Symptoms Scale
 PICO: Participantes, Intervención, Comparador, Outcome (resultado)
 PIPP-R: Premature Infant Pain Profile-Revised Scale.
 PPS: Picos por segundos.
 PRISMA: Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
 ROP: Retinopatía del prematuro
 SATO₂: Saturación de oxígeno.
 SCR/SCA: Skin Conductance Response/ Actividad de conductancia de la piel
 SNC: Sistema Nervioso Central
 SNP: Sistema Nervioso periférico
 SSC: Contacto piel con piel
 OMS: Organización mundial de la salud
 OSV: Variabilidad de la saturación de oxígeno
 UCIN: Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales
 UCIP: Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos.
 VAS: Visual Analogue Scale
 VFC: Variabilidad de la frecuencia cardíaca

2. RESUMEN

2.1. Galego

Contexto: A dor, segundo a Asociación Internacional para o Estudo da Dor (IASP), é unha experiencia sensitiva e emocional desagradable asociada a un dano dos tecidos; real ou potencial. Nos neonatos, a súa avaliación representa un reto, xa que non poden verbalizala e a súa manifestación é complexa. Está demostrado que unha valoración e manexo axeitados da dor nesta poboación inflúen positivamente no seu neurodesenvolvemento.

Obxectivos: Analizar a eficacia de dúas ferramentas obxectivas baseadas na avaliación do sistema nervioso autónomo: o NIPE (Newborn Infant Parasympathetic Evaluation) e a SCR (Skin Conductance Response). Así mesmo, estúdanse factores extrínsecos que inflúen na expresión e detección da dor e do confort.

Metodoloxía: Realizouse unha revisión sistemática de estudos publicados entre 2010 e 2025 na base de datos PubMed, seguindo a metodoloxía PRISMA. Tras aplicar os criterios de inclusión e exclusión, identificáronse 33 publicacións.

Resultados: Os resultados da revisión sistemática amosan o papel relevante de dúas ferramentas obxectivas na avaliación da dor neonatal: o índice NIPE (Newborn Infant Parasympathetic Evaluation) e a SCR (Skin Conductance Response). Ambas foron validadas e posicionáronse como métodos complementarios ás escalas condutuais clásicas, permitindo unha monitorización máis precisa do disconfort e da dor nos neonatos. A SCR demostrou unha alta sensibilidade para identificar estímulos dolorosos agudos, mostrando incrementos inmediatos nos picos de condutancia cutánea. O NIPE, pola súa banda, asociouse á detección da dor prolongada ou do disconfort, sendo especialmente útil en contextos de sedación ou baixo nivel de consciencia, e capaz de reflectir estados de confort mediante a análise da variabilidade da frecuencia cardíaca. Debido a que ambas ferramentas exploran distintas ramas do sistema nervioso autónomo (simpático e parasimpático), o seu uso conxunto proporciona unha avaliación máis integral e continua da dor neonatal, facilitando decisións clínicas individualizadas e oportunas.

Conclusións: Aínda que existe evidencia clara sobre a utilidade destas ferramentas na avaliación da dor neonatal, necesítanse máis estudos que inclúan neonatos de todas as idades xestacionais e analicen os factores que modulan a súa expresión, co fin de desenvolver protocolos integrais de diagnóstico, tratamento e seguimento.

Palabras clave: NIPE, SCR, Newborn Infant Parasympathetic Evaluation, neonato, lactante, avaliación da dor neonatal, Skin Conductance Response.

2.2 Castellano

Contexto: El dolor, según la Asociación Internacional para el Estudio del Dolor (IASP), es una experiencia sensitiva y emocional desagradable asociada a daño tisular real o potencial. En neonatos, su evaluación representa un reto, ya que no pueden verbalizarlo y su manifestación es compleja. Se ha demostrado que una adecuada valoración y manejo del dolor en esta población influye positivamente en su neurodesarrollo.

Objetivos: Analizar la eficacia de dos herramientas objetivas basadas en la evaluación del sistema nervioso autónomo: el NIPE (Newborn Infant Parasympathetic Evaluation) y la SCR (Skin Conductance Response). Asimismo, se estudian factores extrínsecos que influyen en la expresión y detección del dolor y del confort.

Metodología: Se realizó una revisión sistemática de estudios publicados entre 2010 y 2025 en la base de datos PubMed, siguiendo la metodología PRISMA. Tras aplicar criterios de inclusión y exclusión, se identificaron 33 publicaciones.

Resultados: Los resultados de la revisión sistemática muestran el papel relevante de dos herramientas objetivas en la evaluación del dolor neonatal: el índice NIPE (Newborn Infant Parasympathetic Evaluation) y la SCR (Skin Conductance Response). Ambas han sido validadas y se posicionan como métodos complementarios a las escalas conductuales clásicas, permitiendo una monitorización más precisa del disconfort y el dolor en neonatos. La SCR demostró una alta sensibilidad para identificar estímulos dolorosos agudos, mostrando incrementos inmediatos en los picos de conductancia cutánea. El NIPE, por su parte, se asoció a la detección de dolor prolongado o disconfort, siendo especialmente útil en contextos de sedación o bajo nivel de conciencia, y capaz de reflejar estados de confort mediante el análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca. Debido a que ambas herramientas exploran diferentes ramas del sistema nervioso autónomo (simpático y parasimpático), su uso conjunto proporciona una evaluación más integral y continua del dolor neonatal, facilitando decisiones clínicas individualizadas y oportunas.

Conclusiones: Aunque hay evidencia clara sobre la utilidad de estas herramientas en la evaluación del dolor neonatal, se necesitan más estudios que incluyan neonatos de todas las edades gestacionales y analicen los factores que modulan su expresión, con el fin de desarrollar protocolos integrales de diagnóstico, tratamiento y seguimiento..

Palabras clave: NIPE, SCR, Newborn Infant Parasympathetic Evaluation, Newborn, infant, Neonatal Pain Assessment, Skin Conductance Response.

2.3 English

Background: Pain, according to the International Association for the Study of Pain (IASP), is an unpleasant sensory and emotional experience associated with actual or potential tissue damage. In neonates, its assessment poses a challenge, as they cannot verbalize it and its manifestation is complex. Adequate pain assessment and management in this population have been shown to positively influence neurodevelopment.

Objectives: To analyze the effectiveness of two objective tools based on the evaluation of the autonomic nervous system: NIPE (Newborn Infant Parasympathetic Evaluation) and SCR (Skin Conductance Response). Additionally, extrinsic factors influencing the expression and detection of pain and comfort are examined.

Methodology: A systematic review of studies published between 2010 and 2025 was conducted using the PubMed database, following PRISMA guidelines. After applying inclusion and exclusion criteria, 33 publications were identified.

Results: The results of the systematic review highlight the relevant role of two objective tools in the assessment of neonatal pain: the NIPE index (Newborn Infant Parasympathetic Evaluation) and SCR (Skin Conductance Response). Both tools have been validated and are positioned as complementary methods to traditional behavioral scales, allowing for more precise monitoring of discomfort and pain in neonates. SCR demonstrated high sensitivity in identifying acute painful stimuli, showing immediate increases in skin conductance peaks. NIPE, on the other hand, was associated with the detection of prolonged pain or discomfort, being particularly useful in contexts of sedation or low levels of consciousness, and capable of reflecting comfort states through the analysis of heart rate variability. Since both tools explore different branches of the autonomic nervous system (sympathetic and parasympathetic), their combined use provides a more comprehensive and continuous evaluation of neonatal pain, facilitating individualized and timely clinical decisions.

Conclusions: Although there is clear evidence supporting the usefulness of these tools in neonatal pain assessment, further studies including neonates of all gestational ages and analyzing the factors that modulate pain expression are needed, in order to develop comprehensive protocols for diagnosis, treatment, and follow-up.

Keywords: NIPE, SCR, Newborn Infant Parasympathetic Evaluation, newborn, infant, neonatal pain assessment, Skin Conductance Response.

3. INTRODUCCIÓN

3.1. Definición del dolor

El dolor es una respuesta fisiológica por parte del sistema nervioso que se presenta en los seres humanos y en otras especies, como una respuesta ante lesiones y enfermedades, no sólo depende de un componente físico, sino que en él intervienen procesos sociales y psicológicos. La intensidad y características del dolor están muy influenciadas por la estructura cognitiva de las personas.¹

La Asociación Internacional para el Estudio del Dolor (International Association for the Study of Pain, IASP) definió clásicamente el dolor como «una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada a una lesión tisular real o potencial, o descrita en términos de dicho daño». No obstante, esta definición fue actualizada en el 2020 pasando a incluir también sujetos sin capacidad de comunicación, lo que llevo a aclar que la imposibilidad de expresarse verbalmente no descarta que un individuo no experimente dolor, como es el caso de los recién nacidos.²

El dolor es, por tanto, un fenómeno complejo y subjetivo, con dimensiones tanto sensoriales como afectivas. En el contexto neonatal, esta naturaleza subjetiva implica que la valoración y el reconocimiento del dolor deben basarse en indicadores indirectos, dado que el recién nacido no puede expresarlo con palabras.

3.2 Fisiopatología del dolor

El procesamiento fisiológico del dolor inicia cuando las terminaciones nerviosas especializadas (nociceptores) traducen un estímulo nocivo en impulsos eléctricos. Los estímulos dolorosos detectados por estos receptores se transmiten mediante fibras nerviosas tipo C y fibras A δ hacia el sistema nervioso central.

El proceso neural del dolor puede visualizarse en la Figura 1 y comprende cuatro fases: transducción, transmisión, modulación y percepción. La **transducción** consiste en la conversión del estímulo nociceptivo en una señal eléctrica por parte de los nociceptores. En la **transmisión**, los estímulos nociceptivos alcanzan el asta dorsal de la médula espinal, donde se liberan neurotransmisores relacionados con el dolor, como el glutamato, la sustancia P y el péptido relacionado con el gen de la calcitonina. Posteriormente, el estímulo cruza al lado contralateral de la médula y asciende por el haz espinotalámico hasta el tálamo, desde donde se proyecta hacia la corteza cerebral. La **modulación** implica la acción de interneuronas medulares y vías inhibitorias descendentes, que pueden amplificar o inhibir la señal nociceptiva. A través de la activación de estas vías y la unión de opioides endógenos — β -endorfinas, encefalinas y dinorfinas — o exógenos a receptores μ , κ o δ en el asta dorsal, se produce el cierre de canales de calcio (Ca^{2+}), la apertura de canales de potasio (K^+), la hiperpolarización de neuronas presinápticas y la disminución en la liberación de glutamato y sustancia P, lo que interrumpe la transmisión hacia centros superiores. Finalmente, la **percepción** corresponde a la integración consciente de la señal dolorosa a nivel subcortical y cortical en el encéfalo.³

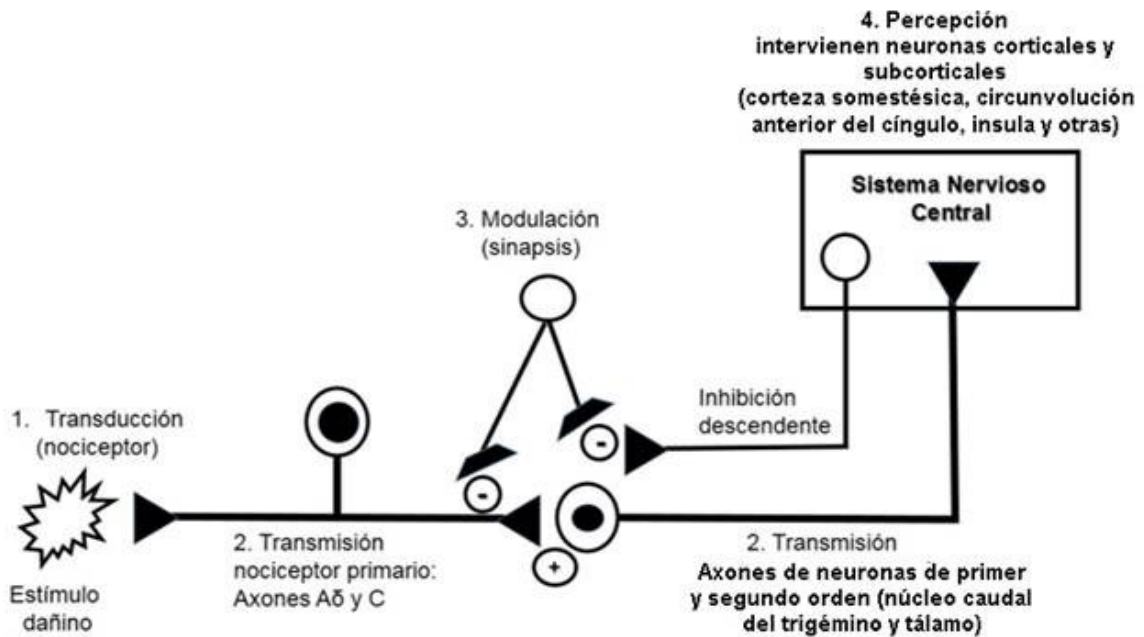


Figura 1: Fisiología del Dolor⁴

3.3. Dolor Neonatal

El dolor en el recién nacido fue infravalorado durante mucho tiempo, bajo la creencia errónea de que con un sistema nervioso inmaduro no se percibiría el dolor. En la actualidad se sabe que el sistema nervioso del recién nacido es capaz de transmitir el dolor desde etapas muy tempranas. La maduración nociceptiva se inicia sobre la sexta semana de gestación con las primeras conexiones entre neuronas sensoriales y células del asta dorsal de la médula espinal. En la semana 20, se establecen los receptores sensoriales cutáneos y mucosos completándose en la semana 24 las conexiones entre medula-tronco-tálamo-corteza.⁵

Se reconoce así, que el neonato es capaz de sentir dolor desde edades precoces, aunque no se manifiesta de la misma forma, su sistema nervioso se encuentra reactivo y es capaz de responder desde edades muy tempranas de la vida.

La respuesta a estímulos dolorosos depende de las vías de sensibilización que van desde la periferia hasta el SNC, la respuesta y las características de dicha respuesta dependen mucho de la edad y madurez de los pacientes, en este caso de los recién nacidos.⁵ La medula espinal es un sitio crucial para la regulación del dolor, caracterizada en estadios tempranos por presentar un exagerada capacidad de excitación. También hay cambios anatómicos en cuanto a la distribución de las fibras sensoriales, ya que las fibras mielinizadas A-beta (son las responsables del tacto ligero y están restringidas a las láminas III-IV del asta dorsal adulta) se extienden hacia las láminas superficiales I-II y se superponen con las fibras C mielinizadas y amielínicas delgadas A-delta que responden a estímulos nocivos (figura 2). Por lo tanto, las respuestas espinales son más generalizadas y con umbrales más bajos, es decir se evoca una respuesta ante estímulos menos intensos.⁶ En resumen, la nocicepción del recién nacido se caracteriza por mayores áreas de recepción, transmisión más lenta, modulación inhibitoria y percepción más acentuada en comparación con el adulto.

Además de esto, existe evidencia de que las experiencias dolorosas y el discomfort en etapas precoces de la vida, tienen consecuencias importantes sobre el neurodesarrollo y la neuroconducta a largo plazo. La exposición repetida al dolor se ha asociado a efectos neurológicos, endocrinos, conductuales y de desarrollo, muchos de ellos de carácter persistente o acumulativo. Las experiencias dolorosas pueden modificar la organización cortical, reducir el volumen de estructuras como el hipocampo y afectar la conectividad neuronal. Estas modificaciones se han relacionado con dificultades cognitivas, conductuales y de regulación emocional más adelante en la vida.⁷

Así mismo, el dolor neonatal repetido induce una sensibilización del sistema nervioso central, lo cual incrementa la respuesta a estímulos tanto dolorosos como no dolorosos. En este sentido, incluso procedimientos de rutina como el cambio de pañal pueden ser percibidos como dolorosos por el neonato. Esta hipersensibilidad se ha observado incluso meses o años después del alta hospitalaria. Esto puede conllevar a una alteración en la modulación del estrés; por lo que neonatos sometidos a múltiples procedimientos dolorosos pueden presentar respuestas atenuadas inicialmente del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal (HPA), pero posteriormente desarrollar niveles basales de cortisol persistentemente elevados. Esta desregulación hormonal no solo refleja una dificultad para adaptarse al estrés, sino que también podría contribuir a un desarrollo cerebral subóptimo.⁷

Además, se ha documentado que estos cambios fisiológicos pueden estar acompañados de efectos conductuales. Por ejemplo, en la infancia y adolescencia, algunos niños nacidos prematuramente muestran una mayor reactividad emocional, dificultad para enfrentar situaciones nuevas y mayor propensión a la ansiedad. Estas manifestaciones podrían estar relacionadas con alteraciones funcionales en regiones cerebrales como el hipocampo y la corteza prefrontal, ambas involucradas en la regulación del estrés y la cognición.⁸

Los neonatos ingresados en las unidades especializadas en terapia intensiva y cuidados centrados en el recién nacido son especialmente expuestos a estímulos nocivos asociados a procedimientos quirúrgicos y médicos. Por todo ello, la evaluación y manejo del dolor en esta población son de gran importancia, asociado además los riesgos asociados a un tratamiento inadecuado del mismo, como pueden ser alteraciones cognitivas, incluso estructurales.⁹

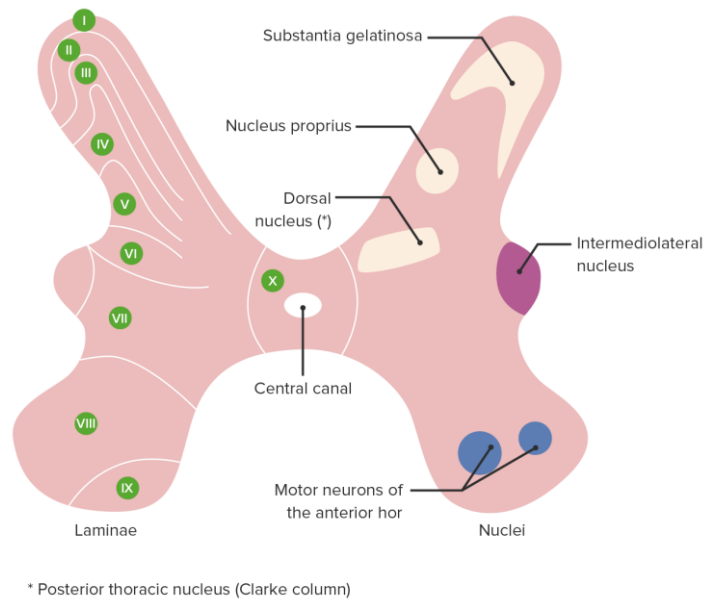


Figura 2: Dolor: tipos y vías. ¹⁰

De forma general y en pacientes de todas las edades, la comunicación verbal de la existencia de dolor no siempre se puede llevar a cabo; por ejemplo, en procedimientos quirúrgicos en los que el nivel de conciencia disminuye. De la misma forma ocurre con los neonatos a término y aún más con los neonatos pretérminos en los cuales su sistema nervioso se está desarrollando y aquellas respuestas fisiológicas que esperamos encontrar como es la frecuencia cardíaca y tensión arterial, pueden correlacionarse con la presencia o no de dolor, es por ello por lo que han tenido que surgir diferentes técnicas para poder realizar dicha evaluación.¹¹

3.4. Evaluación del dolor

De manera global, el dolor en la población adulta se evalúa mediante diferentes dimensiones clave:

- Intensidad del dolor
- Discapacidad asociada
- Duración
- Afecto (componente emocional)

Además, aspectos psicológicos como la ansiedad, la aceptación del dolor y las estrategias de afrontamiento influyen directamente en la experiencia dolorosa y deben considerarse en la evaluación clínica, ya que se debe hacer una evaluación de manera holística, considerando al paciente con un ser biopsicosocial.

3.4. 1. Evaluación del dolor Neonatal

En los recién nacidos, por sus características explicadas previamente, la evaluación del dolor es distinta a la población adulta. Se han descrito diferentes indicadores fisiológicos (cambios en la frecuencia cardíaca, respiratoria, tensión arterial y la saturación de oxígeno así como la aparición de sudoración, palidez, midriasis), conductuales (llanto, movimientos corporales - retirada, rigidez, agitación- y la expresión facial) y alteraciones bioquímicas (niveles de cortisol y catecolaminas) con el propósito de poder valorar de forma objetiva el dolor en el recién nacido, aunque todos ellos, resultan difíciles de interpretar, y pueden verse condicionados por múltiples situaciones.

3.4.1.1. Escalas de valoración de dolor

Para poder hacer una evaluación más sistemática y objetiva del dolor se han confeccionado y validado diferentes escalas clínicas de valoración del dolor específicas para el recién nacido. Actualmente son las herramientas más utilizadas para evaluación del dolor neonatal, se basan en indicadores conductuales y fisiológicas, midiendo diversos parámetros relacionados con el dolor.¹²

Algunas de las variables y características que deben recoger estas escalas se mencionan a continuación:

- Expresiones en la conducta de los pacientes que señalen que padecen dolor; como pueden ser movimientos del cuerpo y expresiones faciales.
- Señales fisiológicas y/o físicas que reflejen dolor; como saturación de oxígeno y frecuencia cardíaca.
- Factores que van a influir en el confort del paciente, como puede ser enfermedades, ambiente, edad gestacional, terapia farmacológica en el momento de la evaluación.
- Identificación de diferentes tipos de dolor, como el dolor agudo transitorio, continuo y crónico.
- Su utilidad en la práctica clínica y opiniones de los evaluadores y padres.¹²

En la actualidad algunas escalas confeccionadas y validadas para su uso en neonatología son:

1. ALPS-Neo: Es una adaptación de la escala de dolor ALPS-1 (Astrid Lindgren Children's Hospital Pain Scale), se diseñó para recién nacidos a término y evalúan cinco comportamientos, entre los cuales está; la expresión facial y la actividad corporal, y es útil para identificar el dolor continuo, pero alguna de sus desventajas es que no incluye parámetros fisiológicos y necesita más investigación para diferenciar entre dolor y estrés.¹³
2. NFCS/NFCS-R (Neonatal Facial Coding System): Evalúa el dolor a través de expresiones faciales en situaciones específicas de dolor. Es eficaz para diferenciar entre el dolor y la angustia, pero requiere entrenamiento intensivo y no mide el dolor crónico ni el estrés.¹³
3. BPSN (Bernese Pain Scale for Neonates): Escala multidimensional que incluye medidas conductuales y fisiológicas (frecuencia cardíaca y saturación de oxígeno). Es válida para neonatos a término y prematuros mayores de 27 semanas con soporte respiratorio. Tiene

dificultades en cuanto a los observadores, posiblemente por factores contextuales que no son valorados en la escala.¹⁴

4. CHIPPS(Children and infants post-operative pain scale): Es una escala unidimensional que mide indicadores conductuales del dolor postoperatorio. Es eficaz y funciona muy bien, pero no tiene manuales de instrucción y formación, por lo tanto su aplicación se hace dificultosa.¹⁵
5. COMFORT-B/neo: Es una revisión de la escala COMFORT adaptada para neonatos a término y prematuros. Mide parámetros conductuales y es eficaz en la medición del dolor continuo, tiene una fiabilidad intermedia entre evaluadores y faltan por incluir factores contextuales que puedan influir en dicha evaluación.¹⁸
6. EDIN y EDIN6: Se basa en comportamientos, una de ellas tiene una modificación (EDIN6) que incluye la edad gestacional postmenstrual para adaptarse mejor a los pacientes no a término. Son eficaces para medir el dolor continuo, pero no para el dolor crónico.¹⁶

Las escalas de valoración del dolor ofrecen ventajas y desafíos específicos en el ámbito neonatal. Entre sus fortalezas destacan:

- Cobertura de distintos tipos de dolor: muchas escalas incluyen ítems fisiológicos y conductuales que permiten detectar tanto dolor agudo como persistente.
- Fiabilidad demostrada: cuando se aplican correctamente, muestran una buena consistencia interna y aceptable repetibilidad interobservador.
- Aplicabilidad clínica: una vez validadas, facilitan la toma rápida de decisiones analgésicas en unidades neonatales.

Sin embargo, también presentan limitaciones relevantes:

1. Necesidad de validación rigurosa. Cada escala debe someterse a estudios que confirmen su validez y fiabilidad en poblaciones específicas (prematuros, recién nacidos a término, neonatos con deterioro neurológico, etc.).
2. Falta de formación y resistencia al cambio. La falta de capacitación del personal y la preferencia por prácticas tradicionales dificultan su adopción en determinadas situaciones.
3. Factores confusores externos. Variables como sedación, ventilación mecánica, hipoxia o sepsis pueden alterar los indicadores fisiológicos y conductuales, reduciendo la precisión de la medición.
4. Dolor crónico difícil de objetivar. Las escalas existentes se centran sobre todo en el dolor agudo procedimental; evaluar el dolor prolongado en neonatos sigue siendo un reto.
5. Variabilidad interobservador. La interpretación de gestos faciales o conductas puede diferir entre profesionales y cuidadores, sobre todo con prematuros o pacientes con bajo nivel de conciencia.

Por ello, para integrar con éxito estas herramientas en la práctica clínica es imprescindible combinar programas de capacitación, protocolos de uso estandarizados y estudios de validación que garanticen su desempeño en las distintas subpoblaciones neonatales.

Aunque el dolor es considerado un signo vital importante, no existe un abordaje universal de este tema, y son muchas las unidades donde aún no tienen un sistema de evaluación sistemática implementada. Esto genera dificultades para los profesionales al evaluar el dolor sin herramientas objetivas. La capacidad de reacción ante el dolor por parte de los neonatos, esta descrita, ya que son capaces de reaccionar ante estímulos doloroso como lo es la punción del talón; además, factores como la inflamación reducen el umbral del dolor y les permite una mayor sensibilización.¹⁷ Por lo tanto la evaluación del dolor es un reto en el ámbito de la neonatología, para corregir estas dificultades; se necesita el desarrollo de herramientas seguras, objetivas y fiables.

Uno de estos sistemas de evaluación que ya se lleva estudiando en los últimos años, es la valoración del equilibrio del sistema nervioso autonómico. Basados en estudios clínicos anteriores que muestran el estrecho vínculo entre los sistemas cardiovascular y nociceptivo. Se han desarrollado dos herramientas objetivas: Evaluación Parasimpática del Recién Nacido (NIPE) y la conductancia de la piel (SCR). De cara a un futuro, la implementación adicional de la IA como herramienta de apoyo, asesoramiento y factor corrector ante estas dificultades podría ser de mucha utilidad.¹²

En el equilibrio del sistema nervioso autónomo, ante una lesión o pérdida de confort, el componente simpático puede evaluarse mediante la conductancia de la piel (SCR), utilizando electrodos colocados sobre la piel que miden la actividad de las glándulas sudoríparas. De igual forma, la actividad del sistema nervioso autónomo parasimpático puede valorarse a través de la variabilidad de la frecuencia cardíaca, reflejada en un valor numérico que se muestra en el monitor de evaluación (NIPE). Estas herramientas permiten objetivar la respuesta fisiológica al dolor, la cual puede analizarse con mayor profundidad a través de parámetros psicofísicos. Este equilibrio; se puede evidencia en la figura 3; los cambios en el sistema nervioso autónomo tras una lesión y/o agresión y las herramientas objetivas que permiten su evaluación.

El dolor se produce como respuesta a una lesión o enfermedad, y entre sus acciones esta la activación del sistema nervioso autónomo, por un lado, activando el simpático y por otro disminuyendo el parasimpático, con la existencia de herramientas objetivas se puede cuantificar y evaluar estas respuestas.

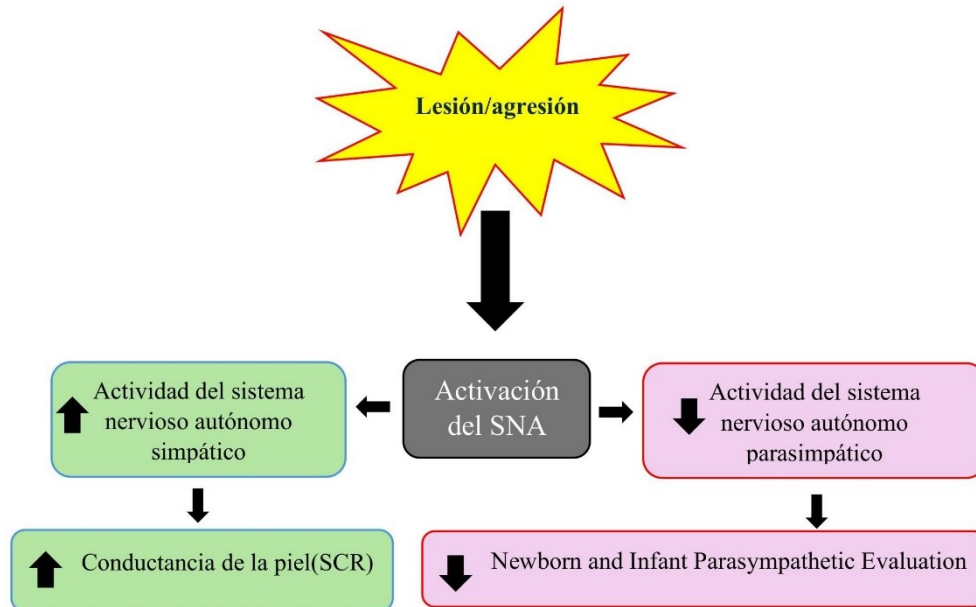


Figura 3: Dolor y SNA. Creación propia.

3.6. Manejo del dolor

El tratamiento farmacológico del dolor se basa en la administración de analgésicos y sedantes, de forma individualizada al paciente, procurando un uso adecuado y realizando una educación en salud adecuada para cada paciente.

En España, las guías clínicas recomiendan un abordaje escalonado, comenzando con analgésicos no opioides y, si es necesario, progresando a opioides más potentes, siempre evaluando riesgos y beneficios, concordando con la escala analgésica de la organización mundial de la salud (OMS).

3.6.1. Escala analgésica de la OMS

La OMS propone una estrategia escalonada para el tratamiento del dolor, especialmente en el contexto del dolor oncológico, que también se aplica en otras situaciones clínicas:

- Primer escalón: Analgésicos no opioides como paracetamol y antiinflamatorios no esteroideos (AINEs).
- Segundo escalón: Opioides débiles (por ejemplo, codeína o tramadol) combinados con analgésicos no opioides. Pero no combinado entre ellos.
- Tercer escalón: Opioides fuertes (como morfina, fentanilo, oxicodona) para dolores de intensidad moderada a severa, también en combinación con analgésicos no opioides. Sin embargo, no se deben combinar fármacos del segundo y tercer escalón, ya que ambos casos se tratan de opioides.
- Cuarto escalón: Este grupo de tratamiento consiste en técnicas intervencionistas como es el caso de los bloqueos nerviosos, entre otras técnicas.¹⁸

Sin embargo, en la actualidad; se recomienda adquirir un modelo más directo y asertivo en el tratamiento, consistiendo en el uso del arsenal terapéutico en forma de ascensor o modelo

ascendente del tratamiento del dolor, permitiendo tratar episodios de dolor intenso con fármacos con mayor potencia, así como también permitiendo desescalar cuando estos tratamiento no sean necesarios. Se basa en el ideal de "the right drug for the right pain at the right time", es decir; el tratamiento correcto, para el dolor correcto en el momento indicado. Este modelo permite un enfoque más flexible, individualizado y dinámico, basado en evidencia clínica y fisiopatología del dolor, así también, permite facilitar una adaptación rápida a cambios en la intensidad del dolor y favorece el uso racional de opioides, evitando tanto el infratratamiento como el sobretatamiento.¹⁸

El modelo dinámico ascendente de tratamiento del dolor recomienda:

- En el paciente con dolor leve: iniciar con AINE o paracetamol.
- En el paciente con dolor neuropático: comenzar directamente con anticonvulsivantes o antidepresivos, sin necesidad de analgésicos menores.
- En el dolor oncológico agudo: puede requerirse opioides potentes desde el inicio.
- En el dolor crónico no oncológico: evitar uso prolongado de opioides; priorizar tratamientos adyuvantes y no farmacológicos.¹⁹

3.6.2. Manejo del dolor en el recién nacido

La importancia del correcto diagnóstico del dolor neonatal condiciona su tratamiento, y ante el mismo existe un espectro amplio, en el cual se debe individualizar para cada caso y realizar una continua evaluación para proporcionar el tratamiento más adecuado para el momento exacto. Existen diferentes estrategias y es importante utilizarlas de forma coherente y apropiada. En algunos casos, las medidas no farmacológicas pueden ser suficientes y, de hecho, el manejo multimodal combinando diferentes medidas tiene efecto sinérgico.

3.6.3.1. Medidas no farmacológicas:

En el manejo del dolor neonatal, las intervenciones no farmacológicas desempeñan un papel fundamental, ya que atenúan la respuesta fisiológica y conductual al dolor y permiten reducir la dosis necesaria de fármacos analgésicos. Estas estrategias son especialmente útiles durante procedimientos menores y en el contexto del cuidado diario, recomendándose como primera línea de intervención en recién nacidos prematuros y neonatos clínicamente estables. Las principales medidas no farmacológicas utilizadas y respaldadas por evidencia científica son:

- Sacarosa: En prematuros se usa 0.1 ml al 24% por vía oral, mientras que en neonatos a término 0.5-1 ml. Se debe administrar 2 minutos antes del procedimiento y repetir cada 2-3 minutos si es necesario.
- Leche materna y dar el pecho: Durante un procedimiento doloroso, dar el pecho se ha relacionado con la disminución de la frecuencia cardíaca, del llanto y de las escalas del dolor.
- Succión no nutritiva (chupete, succión a pecho vacío). La estimulación oral no nutritiva como el uso del chupete puede modular la respuesta nociceptiva.
- Minimización de estímulos ambientales: Silencio, luz tenue, control de la temperatura ambiental. Medidas de contención

- Método canguro: Consiste en el contacto piel con piel del neonato sobre el tórax de su madre/padre de la forma más precoz, continua y prolongada posible, incluyendo la alimentación con lactancia materna. Idealmente 30 minutos antes del procedimiento.

3.6.3.2. Medidas farmacológicas

Las medidas farmacológicas se usan para aquellos procedimientos de una intensidad mayor, o cuando las medidas no farmacológicas no son suficientes.²³ Algunas de las terapias disponibles son:

- **Anestésicos locales:**
 - **EMLA (lidocaína/prilocaina):** 0.5–1 g en cura oclusiva no adhesiva, 60 min antes del procedimiento. Contraindicado en neonatos con bajo peso (<1000 g) y se debe monitorizar cada 15 min por riesgo de enrojecimiento o vasoconstricción local.
- **Analgésicos sistémicos:**
 - ✓ **Paracetamol.**
 - ✓ **Metamizol** (hay que tener precaución porque podría causar hipotensión).
 - ✓ **Opioides:** Fentanilo o morfina (Potencia alta).
- **Sedantes:**
 - ✓ **Midazolam:** IV. Existe riesgo de hipoperfusión cerebral. Solo se debe usar en neonatos a término. Efectos sobre el neurodesarrollo. No tiene efecto analgésico.
 - ✓ **Clonidina y dexmedetomidina:** Alpha-agonistas, Ha aumentado su utilización los últimos años. Faltan estudios a largo plazo.
- **Anestesia general:**
 - ✓ **Ketamina, tiopental, propofol.**
- **Relajantes musculares:**
 - ✓ **Vecuronio:** IV o infusión.²⁰

4. JUSTIFICACIÓN

En muchas ocasiones, el dolor neonatal no se identifica correctamente y por ello no se trata adecuadamente. Para su evaluación existen numerosas escalas utilizadas en la práctica clínica, cada una con sus ventajas y sus limitaciones, sin destacar ninguna en particular³, por lo que han surgido otras herramientas más objetivas que tratan de mejorar su abordaje como lo es la evaluación parasimpática del recién nacido, que se basa en la variación de la frecuencia cardíaca y la conductancia cutánea que valora la actividad simpática.

Entre los objetivos de la medición y evaluación del dolor neonatal se encuentra describir sus manifestaciones, identificar los fenómenos involucrados y decidir la necesidad de intervención. Hay muchos factores que hacen que esta evaluación siga siendo una problemática en la clínica y en la investigación. Entre las dificultades encontradas en cuanto a la protocolización de este abordaje se encuentra: la incapacidad para comunicación por parte de los neonatos, las diferencias en cuanto al dolor agudo y el dolor crónico, y la falta de formación por parte de profesionales y cuidadores. Se han desarrollado más de 40 instrumentos pero muchos de ellos son aplicables solo en el ámbito científico relacionado con la investigación y muchos otros se superponen entre ellos, creando discrepancias y una gran complejidad en cuanto a su uso.

En esta revisión bibliográfica se analizará y evaluará la efectividad y capacidad de dos métodos de evaluación del dolor objetivos; la medición de la conductancia de la piel (SCR) que evalúa el sistema simpático y la evaluación parasimpática (NIPE).

Cuando se produce un estímulo doloroso, la conductancia de la piel aumenta y la actividad de las glándulas sudoríparas mediadas por el sistema simpático son activadas y esta actividad queda registrada en forma de picos en la medición de la conductancia cutánea, como se puede ver en la figura 5, dicha evaluación se realiza a través de electrodos que se ponen en la piel de los pacientes, de igual forma y de manera inversa se produce con el número que arroja el NIPE (figura 4).²¹

El NIPE, mide la variabilidad de la frecuencia cardíaca en neonatos y niños menores de dos años, es una adaptación del ANI (Analgesia Nociception Index), que fue desarrollado para la monitorización de pacientes adultos bajo anestesia general. Evalúa la frecuencia cardíaca, su variabilidad y las oscilaciones (>0.15 Hz), que se traducen en la actividad del sistema nervioso parasimpático.²²

En la pantalla del monitor se aprecian dos valores, que van desde el 0 al 100, que corresponden con el NIPEi (instantáneo), que representa el promedio del NIPE durante los últimos tres minutos y el NIPEm (medio), que es un promedio de los últimos 20 minutos. valores altos, es decir cercanos al 100 se interpretan como confort o como la no presencia de dolor, mientras que valores bajos se pueden apreciar por ejemplo ante procedimientos doloroso como es la punción del talón.²²



Figura 4: Monitor NIPE utilizado para la evaluación del dolor en neonatos mediante análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca.²³



Figura 5: Aplicación de electrodos de medición de conductancia cutánea en el pie de un bebé de 26 semanas de PNA.²⁴

5. OBJETIVOS

Objetivo principal: Realizar una revisión bibliográfica sistemática de la literatura, acerca de la valoración del dolor en recién nacidos mediante dos herramientas objetivas, la conductancia de la piel y la variabilidad de la frecuencia cardiaca, analizando y comparando su efectividad.

Objetivos secundarios:

- 1.1 Analizar la correlación de ambas herramientas con escalas clínicas validadas de evaluación de dolor.
- 1.2 Describir las condiciones y situaciones clínicas en las que cada herramienta ha sido evaluada.
- 1.3 Analizar la influencia de factores como la edad gestacional, tratamiento farmacológico, peso o el mecanismo respiratorio, en la evaluación del dolor mediante las herramientas objetivas.
- 1.4 Identificar las limitaciones metodológicas, sesgos y variabilidad en los estudios existentes sobre la utilización de NIPE y la conductancia de la piel en recién nacidos.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Diseño del estudio

Con el fin de lograr los objetivos de este estudio, se propuso la realización de una revisión sistemática de la literatura científica disponible sobre el tema, empleando para ello las directrices PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), especialmente diseñado para la correcta realización de revisiones sistemáticas y metaanálisis.²⁵

6.2. Selección de estudios y búsqueda de datos

La búsqueda bibliográfica se realizó entre junio de 2024 y mayo de 2025 basándose en la consulta de las bases de datos electrónicas: Pubmed.

Los términos de búsqueda se han combinados mediante los operadores booleanos “AND” y “OR” tal como se detalla. a continuación:

“Pain” OR “Pain Assessment” OR “Pain Evaluation” AND “Neonate” OR “Newborn” AND “Skin Conductance Response” OR “NIPE” OR “Newborn Infant Parasympathetic Evaluation”

La estrategia de búsqueda se diseñó a partir de una pregunta de investigación estructurada en formato PICO: ¿Son las herramientas objetivas como el NIPE y la conductancia de la piel útiles y válidas para la evaluación del dolor en recién nacidos?

- Participantes: recién nacidos (a término o prematuros) incluidos estudios clínicos y experimentales.
- Intervención: Evaluación del dolor mediante el índice Newborn Infant Parasympathetic Evaluation (NIPE).
- Comparadores: Evaluación objetiva mediante conductancia de la piel (Skin Conductance Response -SCR)
- Outcome/Resultado: Comparar la validez, fiabilidad y utilidad clínica de las herramientas NIPE y SCR para la evaluación del dolor en recién nacidos

6.3. Criterios de inclusión, exclusión y de salida

Se incluyeron artículos de investigación, publicados en inglés y castellano, en población humana, incluidos desde el 2010 hasta el 2025, centrados en la evaluación del dolor en neonatos tanto a término como pretérmino.

Fueron excluidos los artículos que no cumplan criterios metodológicos de calidad, y los no relevantes para esta revisión, así como el no cumplir los criterios de inclusión, en los que el idioma no era ni el inglés ni el castellano y que se encontraban fuera del periodo de estudio y el rango de edad definido en los criterios de inclusión.

6.4. Extracción y síntesis de datos

A los resultados se le aplicaron los siguientes límites:

- Tipo de estudio: estudios clínicos y experimentales.
- Publicados en los últimos 15 años.
- Idiomas: inglés y castellano.
- Estudios que reportasen datos sobre la evaluación del dolor neonatal y herramientas como el NIPE o la SCR.
- Estudios que reportasen datos sobre instrumentos que permitan la evaluación del dolor neonatal.

Los artículos seleccionados se dividieron en los siguientes grupos:

- Dolor neonatal y NIPE.
- Dolor neonatal y SCR.
- Dolor neonatal, SCR y NIPE.

Por último, las conclusiones de los artículos seleccionados se fusionaron utilizando un enfoque narrativo para obtener los resultados globales.

7. RESULTADOS

7.1. Secuencia de selección y búsqueda de estudio

Inicialmente y tras hacer uso de los buscadores booleanos y de las palabras claves, se encontraron 174 estudios, de los cuales se eliminaron 131 gracias a herramientas de automatización, posteriormente se eliminaron 28 por no ser relevantes o no responder a la pregunta de investigación, así como el no cumplir con la edad del criterio de inclusión (3 estudios) y por ser revisión sistemática (1), posteriormente se incluyeron 22 estudios identificados a partir de búsqueda de citas como se puede ver de manera grafica en la figura 6.

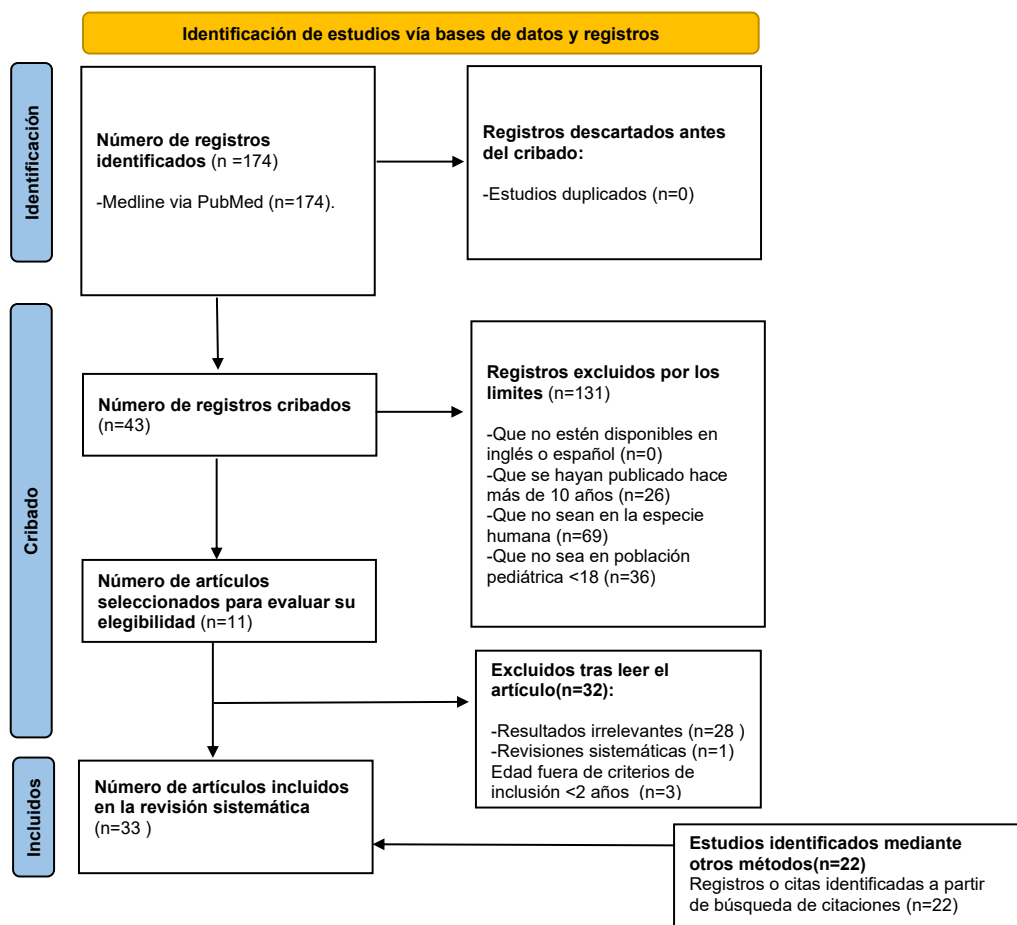


Figura 6: Diagrama de Flujo de búsqueda sistemática.

7.2. Dolor Neonatal y NIPE

En esta revisión sistemática se han incluido 33 estudios, de los cuales 15 estudios evalúan exclusivamente el NIPE como herramienta objetiva para valoración del dolor

De los 15 estudios que evalúan el NIPE, 10 de ellos trabajaron con neonatos pretérmino, (edad gestacional al momento del nacimiento menor de 37 semanas), 3 de ellos con neonatos a término y 2 estudios trabajaron con ambas poblaciones.

En cuanto al tipo de dolor evaluado, 5 de ellos se han centrado en el dolor agudo, percibido tras recibir diferentes estímulos dolorosos (como punción del talón o punciones venosas), mientras que 9 han evaluado las modificaciones del NIPE en relación con el nivel de confort/dolor prolongado y un estudio se ha centrado en el dolor asociado a procedimiento quirúrgico. De los estudios incluidos, 3 de ellos evaluaron medidas no farmacológicas como el posicionamiento neonatal con el método cocooning (figura 7) y la contención facilitada (figura 8), de la misma forma que la influencia de la musicoterapia en la evaluación del dolor a través del NIPE.

El 60% de los estudios compararon el índice NIPE con escalas clínicas validadas para evaluación del dolor como la escala EDIN, CONFORT-B/neo, FLACC, PIPP-R y DAN. También se evaluó la influencia de medicamentos, como los α_2 -agonista en la medición del dolor a través del NIPE.



Figura 7: Posicionamiento neonatal con el método cocooning. ²⁶



Figura 8: Facilitated tucking. ²⁷

Tabla 1. Dolor Neonatal a través del NIPE

Estudio	Objetivo	Estímulo	Autor	Herramienta estudiada	Pacientes (n)	Edad	Resultados Principales	Evaluado	Escala	Otro
The heart rate variability-derived Newborn Infant Parasympathetic Evaluation (NIPE™) Index in pediatric surgical patients from 0 to 2 years under sevoflurane anesthesia. Paediatr Anaesth. Estudio piloto observacional prospectivo. ³¹	Evaluar el NIPE como herramienta para detectar analgesia insuficiente en lactantes anestesiados con sevoflurano, comparado con la frecuencia cardíaca (HR)	Administración de opioides, bloqueos caudales, incisiones quirúrgicas y administración de morfina.	Weber et al. (2019)	NIPE	67	Termino 37-42 SEG (0-2 años)	Se pudo observar la gran utilidad del NIPE en la detección de pacientes que no se había hecho una correcta analgesia, ya que en pacientes con valores de NIPE <50, la administración de opioides produjo un aumento estadísticamente significativo en los valores de NIPE, sin cambios en la frecuencia cardíaca. Debido a que la HR permaneció sin alteración en los pacientes con NIPE <50, el NIPE podría ser más sensible que la frecuencia cardíaca para detectar analgesia insuficiente en lactantes anestesiados con sevoflurano. Además, esta herramienta objetiva, el NIPE, ofrece una evaluación continua, a diferencia de los parámetros hemodinámicos clásicos, cuya sensibilidad es limitada.	DOLOR ASOCIADO A PROCEDIMIENTO QUIRURGICO	NO	
Objective assessment of induced acute pain in neonatology with the Newborn Infant Parasympathetic Evaluation index. Eur J Pain. Estudio observacional prospectivo. ²⁹	Evaluar la correlación entre el NIPE y dos escalas clínicas de dolor (DAN y PIPP-R) durante procedimientos dolorosos agudos en neonatos pretérminos.	Punción del talón e inyecciones	Cremillieux et al. (2018)	NIPE	29	Pretérmino 29,9 ± 4,2	No se encontró correlación significativa entre el NIPE y las escalas DAN o PIPP-R durante el dolor agudo, mientras que las escalas clínicas sí que demostraron diferencias significativas antes, durante y después del estímulo doloroso, sin embargo ciertos índices no lineales de la HRV (como entropía aproximada y exponente H) podrían ser herramientas prometedoras para el monitoreo objetivo y continuo del dolor	DOLOR AGUDO	DAN y PIPP-R	
The newborn infant parasympathetic evaluation index for acute procedural pain assessment in preterm infants. Pediatr Res. Estudio observacional prospectivo ²⁸	Evaluar la capacidad del NIPE para la evaluación del dolor agudo durante procedimientos clínicos rutinarios comparando con la escala PIPP-R	Punciones venosas, capilares y estímulos no doloroso	Gendras et al. (2021)	NIPE	90	Pretérminos 25+0 y 35+6 SEG	Aunque el NIPEi refleja cambios fisiológicos después del dolor (con un descenso del índice tras los procedimientos), no se correlacionó bien con las escalas validadas como PIPP-R. A diferencia de la SCR, que mide la actividad del SNA simpático, mostró una mejor capacidad de detección, por lo tanto sugiere que una evaluación multimodal (fisiológica y conductual) sigue siendo la estrategia más efectiva en la práctica clínica.	DOLOR AGUDO	PIPP-R	

Estudio	Objetivo	Estímulo	Autor	Herramienta estudiada	Pacientes (n)	Edad	Resultados Principales	Evaluable	Escala	Otro
The Newborn Infant Parasympathetic Evaluation Index for Assessment of Procedural Pain and Discomfort in Mechanically Ventilated Pediatric Intensive Care Patients. Paediatr Anaesth. Estudio prospectivo observacional. ³²	Evaluar la eficacia del NIPE en la evaluación del dolor neonatal ante procedimientos doloroso y estresantes comparándolo con las escalas FLACC y COMFORT-B	Estímulos doloroso y estresantes	Weber F.(2025)	NIPE	17	Término <2 años	Al correlacionarse con escalas conductuales como FLACC y COMFORT-B, el NIPE demostró un desempeño comparable, aunque no superior, a estas herramientas clínicas tradicionales	DOLOR AGUDO	FLACC y COMFORT-B	
Parasympathetic evaluation for procedural pain assessment in neonatology. An Paediatr. Estudio prospectivo observacional. ³³	Evaluar la utilidad del NIPE como herramienta objetiva en la evaluación del dolor neonatal durante extracción sanguínea en neonatos ingresados en UCIN	Extracción sanguínea	Bachiller Carnicero L (2022)	NIPE	49	Pretérmino EG mediana 33 semanas	El NIPE permite evaluar de forma objetiva y continua, el dolor agudo tras la extracción sanguínea complementando las escalas clínicas y pudiendo identificar de manera más sensible aquellos neonatos con mayor vulnerabilidad al dolor (prematuros, hombres, bajo Apgar o tras cesárea).	DOLOR AGUDO	NO	
Sensitivity and Specificity of the Newborn Infant Parasympathetic Evaluation Index in Pain Assessment of Very Low Birth Weight Infants. Am J Perinatol. Estudio prospectivo observacional. ³⁴	Evaluar la sensibilidad y la especificidad del NIPE para detectar los cambios fisiológicos en procedimientos dolorosos en recién nacidos de muy bajo peso al nacer.	Punción capilar y venopunción	Uberos J. (2024)	NIPE	44	Pretérmino de 23 a 32 semanas de edad gestacional	Se demostró que el NIPE es una herramienta objetiva que tiene una precisión para diagnosticar estimulación nociceptiva leve en recién nacidos de muy bajo peso al nacer del 73,2%, siendo una herramienta validada y útil que confiere mayor capacidad para la detección del dolor que las escalas puramente conductuales y con una variabilidad interobservador menor.	DOLOR AGUDO	NO	

Estudio	Objetivo	Estímulo	Autor	Herramienta estudiada	Pacientes (n)	Edad	Resultados Principales	Evaluated	Escala	Otro
Short-term impact of assisted deliveries: evaluation based on behavioral pain scoring and heart rate variability. Clin J Pain. Estudio prospectivo observacional ³⁵	Evaluar el impacto a corto plazo de los partos asistidos en la percepción del dolor y en la actividad del sistema nervioso autónomo (SNA) de los recién nacidos comparado con la escala EDIN	Parto asistido vs Parto espontaneo	Thameur Rakza (2017)	NIPE	70 (35 cada grupo)	Termino 37-42 EG	Se encontró una correlación inversa significativa entre el NIPE y los puntajes de EDIN, apoyando la relación entre el aumento del dolor y la reducción de la actividad parasimpática, por lo tanto se evidencio que en los recién nacidos por parto asistido se asocia con una mayor percepción de dolor y con una alteración del sistema nervioso autónomo en las primeras horas de vida.	CONFORT/DOLOR OR PROLONGADO	EDIN	
Heart rate variability can't be used to evaluate acute distress in preterm infants. Acta Paediatr. Estudio observacional descriptivo de tipo exploratorio. ³⁷	Evaluar la utilidad del NIPE para para medir el bienestar y el nivel de estrés en neonatos prematuros durante la realización de ecocardiografías de rutina.	Ecografía de rutina	Kaar et al., (2017)	NIPE	16	Pretérmino <32 SEG	Se observo un aumento significativo de la frecuencia cardiaca y una disminución de la saturación de oxígeno en los neonatos tras el procedimiento, lo que se interpreta como cambios relacionados con la ecografía como estrés neonatal, mientras que el NIPE no fue capaz de evaluar el grado de estrés, probablemente relacionado con la edad gestacional de los neonatos (prematuros) Además no se halló correlación significativa entre la duración de la ecocardiografía y los cambios registrados en las variables fisiológicas	CONFORT/DOLOR OR PROLONGADO	NO	
Impact of skinto-skin contact on the autonomic nervous system in the preterm infant and his mother. Infant Behav Dev. Estudio piloto observacional prospectivo ⁴⁰	Evaluación mediante el NIPE en la repercusión del contacto piel con piel en el valor del NIPE y en la escala EDIN en el neonato y en el ANI en las madres	Contacto piel con piel	L. Butruille (2017)	NIPE	22	Pretérmino	Se evidencio que el contacto piel con piel, aumentó significativamente el valor del NIPE en aquellos neonatos que su valor basal era inferior de 57, de igual forma se evidenció un aumento del valor del ANI y disminución de la frecuencia cardiaca valorado en las madres, por lo que no solo beneficia al neonato, sino que también mejora el estado fisiológico y emocional de la madre, probablemente reduciendo su estrés e incrementando la sensación de bienestar.	CONFORT/DOLOR OR PROLONGADO	EDIN	

Estudio	Objetivo	Estímulo	Autor	Herramienta estudiada	Pacientes (n)	Edad	Resultados Principales	Evaluable	Escala	Otro
Facilitated tucking during early neonatologist performed echocardiography in very preterm neonates. Acta Paediatr. Ensayo clínico aleatorizado controlado con diseño cruzado ³⁹	Evaluar la relación del facilitated tucking con el confort neonatal ante la realización de ecografías diagnósticas comparándolo con la escala DAN	Ecografía de rutina	Laurène Gautheyrou (2018)	NIPE	50	Pretérmino <30 SEG	Se evidenció una presión arterial pulmonar más baja y menores variaciones en la frecuencia cardíaca y en la puntuación en la escala de dolor DAN, sin embargo no se observaron diferencias significativas en el NIPE. Por lo tanto, el FT mejora el confort del neonato y puede tener un efecto beneficioso sobre la presión pulmonar durante procedimientos diagnósticos tempranos en neonatos prematuros	CONFORT/DOLOR PROLONGADO	DAN y PIPP-R	MEDIDA NO FARMACOLÓGICA
Live music can play a major role in aiding the development of preterm infants in neonatal intensive care units. Acta Paediatr. Estudio observacional prospectivo sin grupo control ni aleatorización. ⁴¹	Evaluar el impacto y la viabilidad de implementar música en vivo en las unidades de cuidados intensivos neonatales (UCIN) para favorecer el desarrollo de neonatos prematuros	Música en vivo	Morales-Betancourt (2020)	NIPE	29	Pretérmino	La música como herramienta terapéutica en los neonatos fue bien tolerada y aunado a otras estrategias como el Kangaroo care podría tener grandes repercusiones positivas en el confort de los neonatos prematuros y sumando los aspectos positivos de la música como la estimulación sensorial y desarrollo cognitivo-lingüístico.	CONFORT/DOLOR PROLONGADO	NO	MEDIDA NO FARMACOLÓGICA
Newborn infant parasympathetic evaluation for the assessment of analgesia adequacy in infants treated by mechanical ventilation. Archives of Medical. Estudio piloto observacional prospectivo multicéntrico ⁴²	Evaluar la utilidad del Newborn Infant Parasympathetic Evaluation (NIPE) como herramienta instrumental para valorar la adecuación de la analgesia en neonatos sometidos a ventilación mecánica, comparándolo con la escala conductual COMFORT-B	Procedimientos invasivos como ventilación mecánica	Walas W. (2021)	NIPE	30	Término y Pretérmino Mediana: 37 semanas Rango intercuartílico: 33-38 semanas	Se encontraron asociaciones significativas entre los valores de NIPE y la puntuación en la escala COMFORT-B: NIPEi y NIPEm fueron significativamente más altos en los casos con sedación profunda (COMFORT-B ≤ 10) que en los casos con sedación moderada o insuficiente (COMFORT-B > 10).	CONFORT/DOLOR PROLONGADO	COMFORT-B	

Estudio	Objetivo	Estímulo	Autor	Herramienta estudiada	Pacientes (n)	Edad	Resultados Principales	Evaluated	Escala	Otro
Impact du cocooning et de la voix humaine sur le système nerveux autonome (SNA) de l'enfant grand prématuré Impact of cocooning and maternal voice on the autonomic nervous system activity. Estudio piloto, observacional, prospectivo monocéntrico ³⁸	Valorar la aplicación del cocooning asociado a la voz humana sobre la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC)	Cocooning y estímulo auditivo	Alexandre C.(2023)	NIPE	10	Pretérmino	Tanto la intervención realizada por la madre como por una persona tercera, mostró un aumento significativo en el índice NIPE tras la fase de cocooning asociado a la voz humana. Se pudo observar una elevación significativa de los valores del NIPE tras el estímulo, abriendo una posibilidad terapéutica como es una medida no farmacológica, en la unidad de cuidados neonatales, con capacidad de aumentar el confort en los neonatos	CONFORT/DOLOR OR PROLONGADO	NO	MEDIDA NO FARMACOLÓGICA
Pain and heart rate variability in neonates receiving dexmedetomidine. J Perinatol. Estudio observacional prospectivo ³⁶	Evaluar si la administración de dexmedetomidina en neonatos altera la fiabilidad del NIPE-index para valorar el dolor prolongado comparándolo con la escala COMFORT-neo	Dolor prolongado asociado a ventilación mecánica, post-quirúrgico u otros	Sevivas C. (2024)	NIPE	16	Termino y pretérmino	El NIPE index refleja de manera objetiva los episodios dolorosos en recién nacidos, tanto a nivel clínico (COMFORT neo) como hemodinámico (crSO ₂), además no se ve influenciada su especificidad y sensibilidad cuando se usa en pacientes que reciben dexmedetomidina; ni en neonatos a términos ni en los pretérminos tardío, pero si que se necesitan estudios ampliados en prematuros para validar su uso en este subgrupo más vulnerable	CONFORT/DOLOR OR PROLONGADO	COMFORT-B	MEDIDA FARMACOLÓGICA
Evaluation of prolonged pain in preterm infants with pneumothorax using heart rate variability analysis and EDIN (Échelle Douleur Inconfort Nouveau-Né, neonatal pain and discomfort scale) scores. Korean J Pediatr. Estudio observacional prospectivo. ³⁰	Comparar la evaluación del dolor prolongado en neonatos prematuros, comparando dos métodos de evaluación: La escala EDIN y el NIPE	Tubo torácico	Buyuktiryaki et al. (2018)	NIPE	23	Pretérmino 33 y 35 EG	Tanto la escala EDIN como el NIPE, demostraron validez para la medición del disconfort y dolor prolongado tras la colación del tubo torácico, si bien la escala es más laboriosa y amerita mas tiempo para su realización, el NIPE ofrece la ventaja de una evaluación inmediata y continua del dolor, facilitando la monitorización en tiempo real en la practica clínica, el hallazgo de una correlación inversa respalda la eficacia del NIPE como herramienta objetiva y validada para ser usada en la evaluación del dolor en las unidades de cuidados neonatales	CONFORT/DOLOR OR PROLONGADO	EDIN	

7.3. Dolor Neonatal y SCR

Se incluyeron en esta revisión 33 estudios, 17 de ellos evaluaban la SCR, de los cuales 12 se han centrado en el dolor agudo evaluando la respuesta ante estímulos dolorosos (mayoritariamente la punción del talón, pero también punciones venosas, administración subcutánea de eritropoyetina y vitamina K y otros estímulos dolorosos). Los restantes 5 estudios evaluaron el confort/dolor prolongado (asociado a situaciones estresantes tales como el síndrome de abstinencia neonatal, la ventilación mecánica e incluso situaciones que causan estrés neonatal como es la hipotermia terapéutica tras asfixia perinatal).

La mayoría de los estudios, concretamente 8, incluyeron recién nacidos a término y pretérmino; 2 analizaron exclusivamente neonatos pretérmino y 7 fueron exclusivamente de neonatos a término.

El 58,8%% de los estudios que evaluaron SCR exclusivamente, compararon la SCR con alguna escala tradicional, como por ejemplo PIPP-R, NFCS, CONFORT-B, NPASS entre otras.

Así mismo, 4 de ellos analizaron la SCR y la relación con medidas no farmacológicas, como la administración de sacarosa al 24% y la participación de los padres.

Tabla 2. Dolor Neonatal a través de SCR

Estudio	Objetivo	Estímulo	Autor	Herramienta estudiada	Pacientes (n)	Edad	Resultados	Evaluable	Escala	Otro
COMFORT behaviour scale and skin conductance activity: what are they really measuring? Acta Paediatr. Estudio observacional prospectivo. ⁴⁷	Comparar escala COMFORT-B con SCR ante estímulos dolorosos agudos.	Punción de talón	Tristão et al. (2011)	SCR	41	Término (37-41 semanas)	Los resultados mostraron que tanto los indicadores conductuales (escala COMFORT-N) como la SCA fueron sensibles al estímulo doloroso en los intervalos “durante-antes” y “durante-después” (p < 0.01), siendo la tensión facial el indicador más correlacionado con la SCA. También se puede apreciar la recuperación tras el estímulo doloroso, ya que las variables volvieron al estado basal.	DOLOR ÁGUDO	COMFORT-B	
Heart rate, oxygen saturation, and skin conductance: a comparison study of acute pain in Brazilian newborns. Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc. Estudio observacional prospectivo. ⁴⁸	Comparar tres marcadores fisiológicos de dolor agudo (HR y OSV) en neonatos sanos a término con SCR.	Punción del talón	De Jesus JA. (2011)	SCR	41	Término. EG entre 37 y 41 semanas	Aunque la medición de la conductancia de la piel (SCM) muestra potencial para reflejar el estrés durante procedimientos dolorosos en recién nacidos, su aplicabilidad clínica es limitada por una alta variabilidad individual y por la desaparición de la señal en presencia de bloqueantes neuromusculares.	DOLOR ÁGUDO	NO	
Skin conductance measurements as pain assessment in newborn infants born at 22-27 weeks gestational age at different postnatal age. Early Hum Dev. Estudio longitudinal de cohorte. ⁵³	Evaluación del dolor en recién nacidos extremadamente prematuros mediante mediciones de conductancia de la piel comparándola con la escala N-PASS y también relación con la edad gestacional al nacimiento	Punción del talón	Munsters et al.(2012)	SCR	10	<28 GA: 6 pacientes ≥28 GA: 4 pacientes	Se detectaron cambios en la conductancia de la piel en los recién nacidos menores de 28+0 SEG durante la punción del talón. En los lactantes menores de 28 SEG la conductancia de la piel fue mayor y tardó más en estabilizarse tanto antes como después del procedimiento en comparación con los neonatos > de 28 SEG. Otras intervenciones, como los estímulos táctiles, la utilización de una sonda orogástrica, la alimentación o la utilización de un fonendoscopio frío o caliente no produjeron ningún cambio en la SCR, lo que refuerza la validez de la SCR como medida objetiva para valorar la respuesta ante estímulos dolorosos.	DOLOR ÁGUDO	N-PASS	MEDIDA NO FARMACOLÓGICA

Estudio	Objetivo	Estímulo	Autor	Herramienta estudiada	Pacientes (n)	Edad	Resultados	Evaluated	Escala	Otro
Skin conductance variations compared to ABC scale for pain evaluation in newborns. J Matern Fetal Neonatal Med. Estudio observacional prospectivo, aleatorizado y controlado. ⁴³	Validar las variaciones espontáneas de la conductancia cutánea (SCA) como método objetivo de valoración del dolor en recién nacidos a término comparado con la escala ABC	Punción del talón	Scaramuzzo RT (2013)	SCR	158	Término	Se pudo observar una correlación positiva entre picos/s por SCA y puntuación ABC. La SCR demostró ser un método fiable, complementario a la observación clínica, para detectar respuestas nociceptivas incluso en procedimientos breves	DOLOR ÁGUDO	ABC	MEDIDA NO FARMACOLÓGICA
Objective assessment of pain-related stress in mechanically ventilated newborns based on skin conductance fluctuations. Anaesthesiol Intensive Ther. Estudio observacional prospectivo. ⁵⁰	Evaluar la utilidad de las respuestas de conductancia de la piel (SCR) como marcador objetivo de dolor en neonatos, diferenciando entre estímulos dolorosos y no dolorosos	Aspiración de secreciones por el tubo endotraqueal y toma de muestra capilar para gasometría	Jacek Karpe (2013)	SCR	32	Término y pretérmino Mediana 36 SEG	Durante la ventilación mecánica, los niveles de conductancia eran más bajos, mientras que durante la aspiración traqueal y la punción capilar aumentaron significativamente (0.33 y 0.35 oscilaciones/s respectivamente, $p < 0.001$). Esto indica que, a pesar del uso de sedación y analgesia, los neonatos experimentan dolor o incomodidad durante estos procedimientos.	DOLOR ÁGUDO	NO	
Multi-modal pain assessment: are near-infrared spectroscopy, skin conductance, salivary cortisol, physiologic parameters, and Neonatal Facial Coding System interrelated during venepuncture in healthy, term neonates? J Pain Res. Estudio observacional prospectivo unicéntrico. ⁴⁴	Identificar las correlaciones entre distintas medidas de evaluación del dolor (cortical, autonómica, hormonal, fisiológica y conductual) registradas simultáneamente durante la venopunción en recién nacidos sanos a término	Venopunción	Roué JM. (2018)	SCR	113	Término media EG $39,3 \pm 1,06$ semanas	La combinación de escalas conductuales con mediciones fisiológicas y hormonales (incluyendo la SCR) mejora la caracterización de la experiencia dolorosa, de igual forma que es necesario considerar los distintos tipos de respuesta (aguda vs prolongada) al diseñar y comparar intervenciones analgésicas o protocolos de evaluación del dolor	DOLOR ÁGUDO	NFCS	

Estudio	Objetivo	Estímulo	Autor	Herramienta estudiada	Pacientes (n)	Edad	Resultados	Evaluable	Escala	Otro
Neonatal painful stimuli: skin conductance algometer index to measure efficacy 24% of sucrose oral solution. J Matern Fetal Neonatal Med. Estudio clínico prospectivo, aleatorizado y controlado. ⁴⁶	Evaluar la eficacia de una solución oral de sacarosa al 24% para reducir el dolor en recién nacidos durante procedimientos doloroso	Punción arterial o capilar	Passariello A. (2020)	SCR	56	Término y pretérmino	Los resultados mostraron que el número de picos por segundo, indicador principal del SCR, fue significativamente menor en el grupo que recibió sacarosa al 24% tanto durante como después del procedimiento ($p < 0.05$), en comparación con el grupo placebo (agua esteril). Esto sugiere una reducción objetiva de la percepción del dolor gracias a la intervención, respaldando su uso como una estrategia segura y no farmacológica en el entorno de cuidados intensivos neonatales.	DOLOR ÁGUDO	NO	MEDIDA NO FARMACOLÓGICA
Pain assessment during eye examination for retinopathy of prematurity screening: Skin conductance versus PIPP-R. Acta Paediatr. Estudio observacional prospectivo. ⁴⁹	Evaluar los cambios en la SCR durante el examen ocular para la detección de retinopatía del prematuro (ROP) y analizar su correlación con una herramienta validada de evaluación del dolor: PIPP-R	Exámen ocular	Avila-Alvarez A (2020)	SCR	32	Pretérmino 30.2 ± 1.2 semanas.	Tanto los valores de la PIPP-R como la SCR aumentaron significativamente durante el examen ocular, especialmente durante la indentación escleral. Ambas herramientas Son capaces de detectar dolor en el neonato durante el exmane ocular, aunque no se correlacionan de manera significativa ya que evalúan diferentes dimensiones, por lo que se respalda el uso de la SCR en evaluación continuada y el uso en conjunto con escalas conductuales.	DOLOR ÁGUDO	PIPP-R	
The validity of skin conductance for assessing acute pain in mechanically ventilated infants.. Eur J Pain. Estudio observacional prospectivo de corte transversal ⁴⁵	Evaluar la validez de la conductancia cutánea como marcador de dolor agudo en neonatos sometidos a ventilación mecánica comparándola con las escalas PIPP-R NFCS	Punción del talón, punción arterial, venopunción, inserción de catéter	Jiale Hu (2021)	SCR	55	Termino y pretérmino mediana 35 semanas 5 días (RIQ 28 sem – 38 sem 1 día)	La conductancia de la piel aumento de manera significativa ante procedimientos dolorosos, correlacionándose de manera moderada con las escalas PIPP-R y NFCS en todas las fases analizadas. Por lo tanto, la SCR es un método objetivo y fiable para la valoración del dolor agudo en lactantes ventilados mecánicamente.	DOLOR ÁGUDO	PIPP-R NFCS	

Estudio	Objetivo	Estímulo	Autor	Herramienta estudiada	Pacientes (n)	Edad	Resultados	Evaluable	Escala
Skin conductance indices discriminate nociceptive responses to acute stimuli from different heel prick procedures in infants. J Matern Fetal Neonatal Med. Estudio de cohorte observacional ⁵⁸	Evaluar si los índices derivados de la conductancia de la piel (SC) pueden diferenciar las respuestas nociceptivas agudas a procedimientos de punción en el talón con distinta duración, es decir, entre dos tipos de procedimientos: uno para medir la glucemia y otro para análisis de gases sanguíneos comparando con la escala NIPS	Dos tipos de punción de talón	Pereira da Silva (2021)	SCR	16	Termino y pretérmino EG media 34 ± 6.1 28–42 sem.	Ambos procedimientos son dolorosos (evidenciado por NIPS y peaks/s elevados), el procedimiento destinado al análisis de gases induce una respuesta nociceptiva más sostenida o intensa, reflejada en estos índices adicionales, por lo tanto; utilizando distintos parámetros de la conductancia de la piel, nos permite diferenciar las respuestas nociceptivas a estímulos de distintos períodos de duración, pudiendo discriminar entre la respuesta a una punción breve y a una punción prolongada, por lo tanto la SCR es una herramienta objetiva que permite evaluar y discernir entre situaciones clínicas diferentes en las que las escalas no son lo suficientemente efectivas para la evolución del dolor.	DOLOR ÁGUDO	NIPS
. Sympathetic nervous system activity and pain-related response indexed by electrodermal activity during the earliest postnatal life in healthy term neonates. Physiol Res. Estudio Observacional prospectivo. ⁵⁹	Evaluar la SCR como herramienta objetiva para la medición del dolor en neonatos, y compararla entre estímulos nocivos (procedimiento de punción con aguja) y no nocivos (estimulación táctil suave).	Administración de vitamina K y punción del talón	Zuzana Kuderavá (2023)	SCR	20	Término EG $39,3 \pm 1,4$	La SCR puede ser una herramienta útil para detectar cambios en la maduración del sistema nervioso autónomo en neonatos sanos, gracias a los cambios que se pudieron observar comparando los distintos tiempos y las respuestas obtenidas. Se observó una disminución significativa del SCR en M2 (72h) respecto a M1(2h), tanto en reposo como ante el dolor, lo que sugiere una retirada de la activación simpática inicial asociada al estrés del nacimiento. Además, se registró un aumento significativo en las NS.SCRs durante el período de recuperación tras el segundo estímulo doloroso, lo que podría indicar un aumento en la sensibilidad al dolor con la exposición repetida	DOLOR ÁGUDO	NO
Pain responses in preterm infants and parental stress over repeated painful procedures: a randomized pilot trial. J Matern Fetal Neonatal Med. Ensayo piloto aleatorizado. ⁵⁴	Determinar si la participación activa o pasiva de los padres durante procedimientos dolorosos afecta el comportamiento de dolor en neonatos prematuros extremos y muy prematuros, así como el estrés percibido por los padres.	Inyecciones subcutáneas de eritropoyetina	Eissler AB (2023)	SCR	13	Prematuros extremos y muy prematuros	Los resultados no evidenciaron diferencias significativas entre grupos en cuanto a dolor neonatal ni niveles de estrés parental, pero mostraron una alta aceptación por parte de las familias y factibilidad en su aplicación clínica	DOLOR ÁGUDO	BPSN

Estudio	Objetivo	Estímulo	Autor	Herramienta estudiada	Pacientes (n)	Edad	Resultados	Evaluated	Escala	Otro
Skin conductance variability between and within hospitalised infants at rest. Early Hum Dev. Estudio piloto observacional descriptivo. ⁵²	Evaluar la variabilidad de la SCR en recién nacidos hospitalizados, médicamente estables y durante el reposo, así como analizar la variabilidad intra e interindividual	NO	Ingjerd Røeggen (2011)	SCR	15	Pretérmino y término mediana de 38 semanas y un rango intercuartílico (RIC) de 37.0 a 40.4 semanas	los valores de la SCR en reposo son bajos y relativamente estables, lo que permite su utilización en la clínica como indicador fisiológico de respuestas al dolor o estrés en neonatos, especialmente en pacientes intubados o inconscientes donde los métodos conductuales no son posibles	CONFORT/DOLOR PROLONGADO	NO	
Monitoring of pain and stress in an infant with asphyxia during induced hypothermia: a case report. Adv Neonatal Care. Estudio de caso. ⁵⁵	Evaluar de forma continua las respuestas de dolor y estrés durante todo el protocolo de enfriamiento, recalentamiento y mantenimiento de temperatura normal, utilizando tanto medidas fisiológicas clásicas como la SCR	Hipotermia terapéutica	Hoffman K (2013)	SCR	1	Término	Se observaron cambios significativos en la SCR en las tres fases del protocolo de hipotermia terapéutica, por lo tanto la monitorización de la conductancia cutánea, en paralelo con parámetros fisiológicos convencionales, aporta información valiosa y muy sensible acerca la experiencia de dolor y estrés en lactantes tratados con hipotermia terapéutica tras asfisia perinatal.	CONFORT/DOLOR PROLONGADO	NO	
Skin conductance in neonates suffering from abstinence syndrome and unexposed newborns. Eur J Pediatr. Estudio observacional prospectivo. ⁵¹	Analizar la conductancia de la piel como marcador objetivo del estrés en recién nacidos con síndrome de abstinencia neonatal (NAS) comparándolo con la escalas BPSN y Finnegan	NAS	Schubach NE (2016)	SCR	24	Término	La conductancia de la piel, especialmente el NSCF/s y el nivel medio de SC, podría ser una herramienta útil para valorar el nivel de estrés fisiológico en recién nacidos con NAS	CONFORT/DOLOR PROLONGADO	Finnegan y BPSN	

Estudio	Objetivo	Estímulo	Autor	Herramienta estudiada	Pacientes (n)	Edad	Resultados	Evaluated	Escala	Otro
Skin conductance measurement for the assessment of analgesedation adequacy in infants treated with mechanical ventilation: A multicenter pilot study. Adv Clin Exp Med. Estudio piloto multicéntrico. ⁵⁶	Evaluar la utilidad de la SCR como método instrumental para valorar la adecuación de la analgesedación en neonatos e infantes ventilados mecánicamente en unidades de cuidados intensivos neonatales/pediátricos comparándola con la escala COMFORT-B	Ventilación mecánica	Walas W. (2020)	SCR	30	Término y pretérmino media de 34 semanas, con un rango entre 25 y 40 semanas de gestación	La SCR es comparable con la escala COMFORT-B y puede ser una herramienta complementaria útil en el monitoreo de la sedación en neonatos ventilados.	CONFORT/DOLOR PROLONGADO	COMFORT-B	
Feasibility of monitoring stress using skin conduction measurements during intubation of newborns. Eur J Pediatr. Ensayo clínico aleatorizado de factibilidad. ⁵⁷	Evaluar la SCR como marcador objetivo de la respuesta al estrés durante la intubación nasotraqueal semielectiva en neonatos	Intubación nasotraqueal semielectiva	Van der Lee R. (2025)	SCR	22	Término y pretérmino	Se pudo observar una elevada variabilidad de la señal de la SCR en reposo y la supresión total de la SCR tras bloqueo neuromuscular, por lo que se ponen en entredicho la utilidad de la conductancia de la piel como medida objetiva del estrés o el dolor durante la intubación neonatal.	CONFORT/DOLOR PROLONGADO	NO	

7.4. Dolor Neonatal, SCR y NIPE

Uno de los 33 estudios incluidos, comparó la SCR y el NIPE, demostrando que tanto el NIPE como la conductancia de la piel son herramientas altamente cualificadas para detectar procedimientos dolorosos en los neonatos. En este estudio el sexo, la edad gestacional, el peso, el mecanismo respiratorio (espontanea o ventilación no invasiva), no influyeron en la detección del dolor.

Tabla 3: Dolor Neonatal a través de SCR y NIPE.

Estudio	Objetivo	Estímulo	Autor	Herramienta estudiada	Pacientes (n)	Edad	Resultados Principales	Evaluated	Escala	Otro
Procedural Pain Assessment in Infants Without Analgesation: Comparison of Newborn Infant Parasympathetic Evaluation and Skin Conductance Activity. Estudio Piloto. ⁹	Evaluación del dolor neonatal en pacientes no analgésicos y comparación del NIPE y la SCR	Punción del talón	Wallas et al. (2022)	NIPE vs SCR	33 (29)	Mediana de 35 semanas (rango intercuartílico de 31 a 39 semana)	Antes del estímulo doloroso, no se detectó la existencia de dolor evaluado por escalas conductuales. Después del estímulo doloroso se describió un aumento de la SCR y una disminución del NIPEi, sin diferencias significativas entre los subgrupos. El análisis de regresión lineal multivariable no mostró influencia de la edad gestacional, edad postnatal, tipo de respiración, peso al nacer ni otros factores sobre los cambios en NIPEi y PPS después de la estimulación dolorosa.	DOLOR ÁGUDO	NO	

8. DISCUSIÓN

En la revisión sistemática se evidencia la importancia de la evaluación del dolor neonatal. Se establece la necesidad de disponer de herramientas objetivas, como lo son el NIPE y la SCR, comparándolas con instrumentos clásicos como las escalas conductuales que evalúan el comportamiento y variables fisiológicas de los neonatos.

El manejo del dolor neonatal continúa siendo un desafío clínico de gran relevancia, especialmente en las unidades de cuidados intensivos neonatales, donde los pacientes están expuestos a procedimientos que frecuentemente pueden generar dolor o discomfort. A pesar de los avances en la comprensión del dolor en esta población, su evaluación sigue siendo compleja, debido a las características intrínsecas de los pacientes, y las características de la variable que estuvimos analizando, es decir el dolor; siendo un hallazgo subjetivo, difícil de cuantificar y de expresar por las personas en general, aún más en pacientes neonatales en los cuales la comunicación verbal no se puede llevar a cabo y en muchas otras ocasiones el nivel de consciencia de los mismo está disminuido por medidas farmacológicas. También, la falta de formación por parte de cuidadores y personal sanitario en cuanto a la evaluación general del dolor y la implementación de escalas, hacen que la evaluación de dolor neonatal no se realice de manera adecuada. La evaluación del dolor neonatal sigue siendo un aspecto muy amplio y un reto para los profesionales en las unidades de cuidados neonatales, que amerita más investigación y exploración para poder identificar, manejar y discernir entre formas de dolor y estrés neonatal.¹²

En cuanto al NIPE, diversos estudios han demostrado que es una herramienta válida para detectar tanto dolor agudo como discomfort o dolor prolongado, especialmente en contextos donde los métodos clásicos presentan limitaciones, como sucede en el caso de pacientes sedados o con afectación neurológica.

Entre los estudios que evalúan el dolor agudo; el estudio con mayor tamaño muestral como se puede ver en la figura 9, fue el de **Gendras et al.** (n = 90)²⁸. En él se observaron descensos del índice NIPE tras procedimientos invasivos, aunque sin una correlación clara con escalas conductuales como la PIPP-R probablemente por la edad de los pacientes. Del mismo modo, en el trabajo de **Cremillieux et al.**²⁹ no se ha encontrado una correlación entre NIPE y escalas clínicas, pero en este caso se atribuyen los resultados al tamaño muestral pequeño. Por su parte, **Luis Bachiller et al.** (n = 49)³³ evaluaron el dolor agudo y el NIPE tras extracciones sanguíneas, mostrando un descenso significativo, alcanzando una caída máxima media del 22,8 % respecto a la línea basal. Este resultado ha sido más acusado en prematuros, varones, nacidos por cesárea o con Apgar bajo, lo que sugiere que el NIPE puede identificar neonatos más vulnerables al dolor. De manera complementaria, en el trabajo realizado por el grupo de **Uberos et al.** (n=44)³⁴ se observó que el NIPE tiene una precisión del 73,2% para detectar estimulación nociceptiva leve, superior a escalas conductuales, con menor variabilidad interobservador.

Weber et al.^{31,32} realizaron dos estudios relevantes: uno en 67 niños bajo anestesia general (2025) y otro en 17 neonatos intubados conscientes en UCIP(2017). El primero, evaluaba de igual forma que los anteriores el dolor agudo, y demostró que el NIPE detecta analgesia insuficiente de forma más sensible que la frecuencia cardíaca. El segundo estudio de Weber et al., evaluó el dolor asociado a un procedimiento quirúrgico mostrando una

buena correlación con escalas conductuales, debido a que los valores de NIPE fueron significativamente más bajos durante episodios con puntuaciones altas en FLACC (≥ 4) o COMFORT-B (≥ 17), lo que indica presencia de dolor o malestar.³²

En conjunto, el estudio de Gendras et al. destaca por su tamaño muestral y el análisis comparativo entre métodos objetivos y conductuales, mientras que estudios como los de Weber, Rakza y Bachiller evidencian la utilidad del NIPE en distintos contextos clínicos. No obstante, los estudios con menor tamaño muestral siguen aportando evidencia sobre la versatilidad del NIPE, aunque con limitaciones metodológicas.

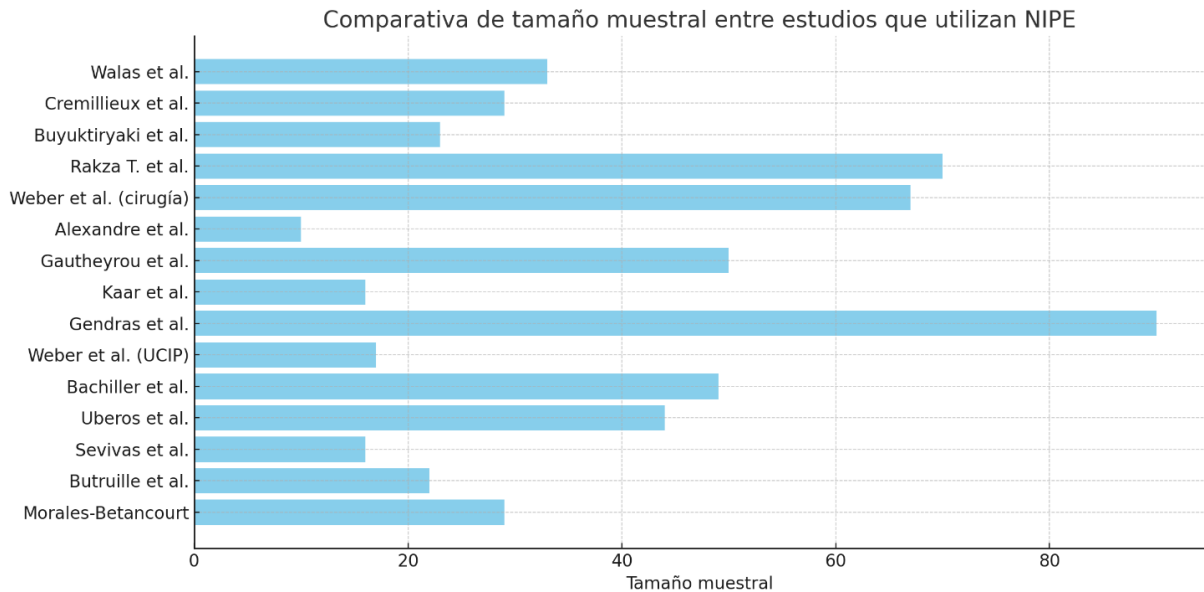


Figura 9: Estudios que utilizan NIPE y tamaño muestral.

En cuanto al dolor prolongado/disconfort en el estudio de **Rakza et al.**³⁵ se ha evaluado el disconfort en las primeras horas de vida. Sus resultados mostraron una disminución significativa del NIPE en neonatos nacidos por parto asistido, lo cual se correlacionó con mayores puntuaciones de dolor en la escala EDIN. De forma complementaria, **Sevivas et al.**³⁶ demostraron una buena correlación del índice NIPE con la valoración mediante la escala COMFORT-NEO, salvo en los recién nacidos prematuros y concluyeron que la dexmedetomidina no interfiere con la utilidad del NIPE en identificar dolor prolongado. Tampoco el grupo de **Kaar**³⁷ pudo demostrar buena correlación del NIPE con signos fisiológicos de estrés durante ecografías en la población de prematuros extremos. Ambos trabajos, justifican este resultado con la inmadurez del sistema nervioso autónomo en los recién nacidos prematuros.

Aún en relación con el dolor prolongado, **Walas et al.**⁴² evaluaron la utilidad del NIPE en neonatos sometidos a ventilación mecánica, comparándolo con la escala conductual COMFORT-B, encontrando asociaciones significativas entre los valores de NIPE y la puntuación en la escala COMFORT-B. Del mismo modo, el grupo de **Buyuktiryaki et al.**³⁰ también identificaron una correlación inversa significativa entre NIPE y la escala EDIN en casos de neumotórax, reforzando el valor del NIPE como herramienta útil para monitorización continua en unidades de cuidados intensivos.

En cuanto a intervenciones no farmacológicas y la asociación con dolor prolongado/confort (figura 10), **Alexandre et al.**³⁸ demostraron que el método "cocooning" aumenta el confort neonatal medido con NIPE. Se evidenció como la utilización de esta técnica, sumado a la voz humana, bien sea de la madre o de un cuidador, aumenta el confort de los neonatos. Resultados que han sido reforzados por **Gautheyrou et al.**³⁹ que al estudiar la contención en recién nacidos sometidos a ecocardiografías de rutina. Este grupo ha demostrado menores variaciones en la frecuencia cardíaca y en la puntuación en la escala de dolor DAN. También **Butruille et al.**⁴⁰ ha demostrado un aumento del índice NIPE (señal de mayor confort) en el contacto piel con piel sin detectar cambios significativos en las variables fisiológicas y conductuales (oxigenación, temperatura o en la escala EDIN). Poniendo de evidencia que el análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca puede ser una herramienta que discrimina mejor el confort que las variables utilizadas clásicamente.

Finalmente, **Morales-Betancourt et al.**⁴¹ evaluaron el efecto de la musicoterapia en el confort de recién nacidos en dos contextos diferentes, los que se encontraban en método canguro y los que se encontraban en incubadora. En este trabajo se ha demostrado diferencias en el valor del NIPE a favor del método canguro.

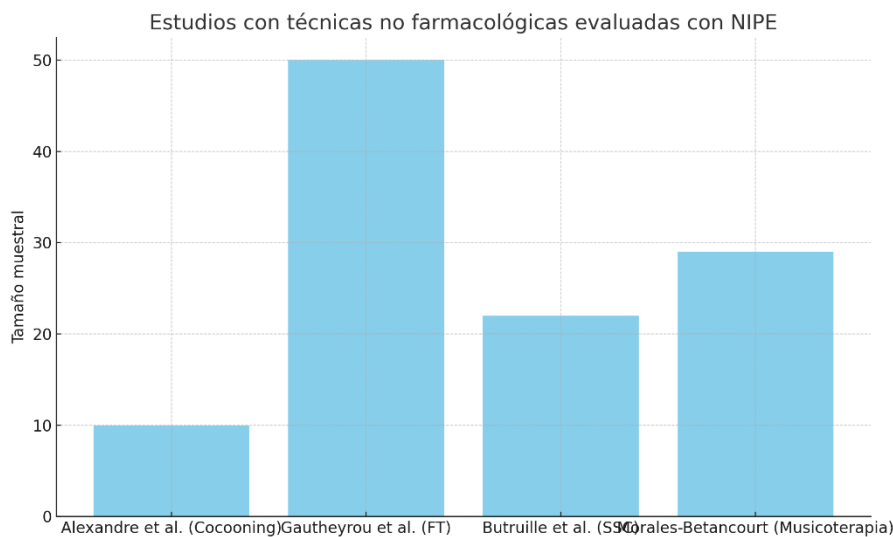


Figura 10: Estudios que usan NIPE y medidas no farmacológicas

En conjunto, el NIPE debe considerarse una herramienta complementaria, cuya interpretación debe integrarse con otros indicadores fisiológicos y conductuales. Su utilidad ha sido evidenciada en diversos contextos clínicos —como procedimientos quirúrgicos, extracciones sanguíneas o pacientes con necesidad de ventilación mecánica demostrando su capacidad y potencial como herramienta para monitorizar el dolor y ajustar la analgesia de forma más precisa en el paciente neonatal.

Por otra parte, al comparar los estudios sobre la SCR incluidos en esta revisión desde la perspectiva del tamaño muestral (figura 11) y la relevancia metodológica, destaca el trabajo de **Scaramuzzo et al.**⁴³, que con 158 neonatos representa la muestra más amplia. Este ensayo clínico aleatorizado comparó dos estrategias de analgesia no farmacológica (sacarosa oral y

contención) para el manejo del dolor agudo, utilizando tanto la conductancia cutánea (SCR) como una escala conductual validada (ABC). Se observó una correlación positiva entre SCR y la puntuación en la escala utilizada, concluyendo que la SCR es una herramienta fiable y complementaria a la observación clínica. El diseño experimental robusto otorga gran validez a sus conclusiones. En una línea similar, el estudio de **Roué et al.**⁴⁴, ofreció un enfoque multidimensional para evaluar el dolor neonatal: escala conductual (NFCS), cortical (Near-Infrared Spectroscopy ((NIRS)), hormonal (cortisol salivar), valoración autonómica (SCR) y fisiológico (frecuencia cardíaca y saturación de oxígeno). Aunque no fue un ensayo controlado, su considerable tamaño muestral y la riqueza metodológica le confieren gran relevancia. Se hallaron correlaciones moderadas entre la puntuación NFCS durante la punción venosa y los valores de la SCR, además de cambios en oxihemoglobina y cortisol salivar. En este trabajo se subraya la importancia de considerar evaluaciones multimodales al diseñar intervenciones.

Por su parte, **Hu et al.**⁴⁵ incluyeron a 55 lactantes bajo ventilación mecánica, evaluando la validez de la SCR como indicador de dolor. Aunque con una muestra menor, su metodología fue sólida, mostrando concordancia con escalas clínicas (PIPP-R, NFCS). Su aportación resulta especialmente valiosa por centrarse en una población crítica y de difícil evaluación.

Passariello et al.⁴⁶ trabajaron con 56 neonatos, distribuidos en grupos de intervención (sacarosa al 24%) y placebo, y evaluaron el efecto analgésico mediante la SCR en relación con el dolor agudo. A pesar de una muestra moderada, el diseño aleatorizado y los resultados estadísticamente significativos fortalecen sus conclusiones sobre la eficacia de la sacarosa como analgésico no farmacológico. La medición de la SCR se realizó durante el procedimiento, así como en los tres minutos previos y posteriores, el número de picos por segundo, indicador principal del SCR, fue significativamente menor en el grupo que recibió sacarosa tanto durante como después del procedimiento ($p < 0.05$), en comparación con el grupo placebo.

Otros estudios, como los de **Tristao et al.**⁴⁷ y **Jesús et al.**⁴⁸, utilizaron diseños observacionales controlados por el propio sujeto para comparar parámetros fisiológicos (HRV, OSV, SCR) durante procedimientos dolorosos agudos, como la punción del talón. Aunque su tamaño muestral es menor, el control intraindividual mejora la calidad del análisis, y permite una aproximación útil a la especificidad de la SCR frente a otras medidas fisiológicas.

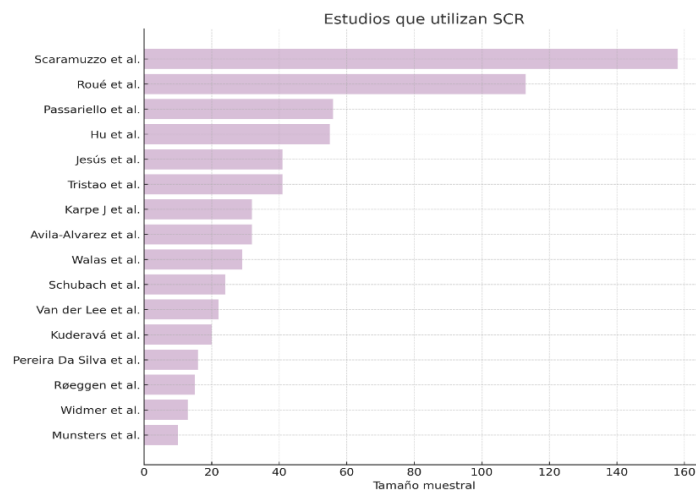


Figura 11: Estudios que utilizaron SCR comparados por tamaño muestral.

Por otro lado, investigaciones como la de **Avila-Alvarez et al.**⁴⁹, **Karpe J et al.**⁵⁰ o **Schubach et al.**⁵¹, se enfocaron en contextos clínicos particulares, como el examen oftalmológico, la ventilación mecánica o el síndrome de abstinencia neonatal, donde la SCR también mostró utilidad. Sin embargo, su poder estadístico limitado reduce la generalización de los hallazgos. Los dos primeros evaluaron el dolor agudo, a comparación del tercero que trabajo con confort/dolor prolongado asociado en este caso a la escala NAS.

También los trabajos de **Røeggen et al.**⁵², **Munsters et al.**⁵³ o **Eissler et al.**⁵⁴, pese a sus muestras más reducidas, ofrecen observaciones interesantes —como la viabilidad del método, respuestas fisiológicas en reposo o impacto del contacto parental— su aplicabilidad clínica es limitada por el diseño exploratorio y el escaso poder estadístico.

En conjunto, se observa que los estudios con mayor tamaño muestral y diseño experimental controlado (Scaramuzzo⁴³, Roué⁴⁴, Passariello⁴⁶) ofrecen la evidencia más robusta sobre la utilidad de la SCR como herramienta objetiva en la evaluación del dolor neonatal. En cambio, los estudios con menor muestra tienden a abordar aspectos fisiopatológicos, exploratorios o de viabilidad, con aportes valiosos pero menos generalizables.

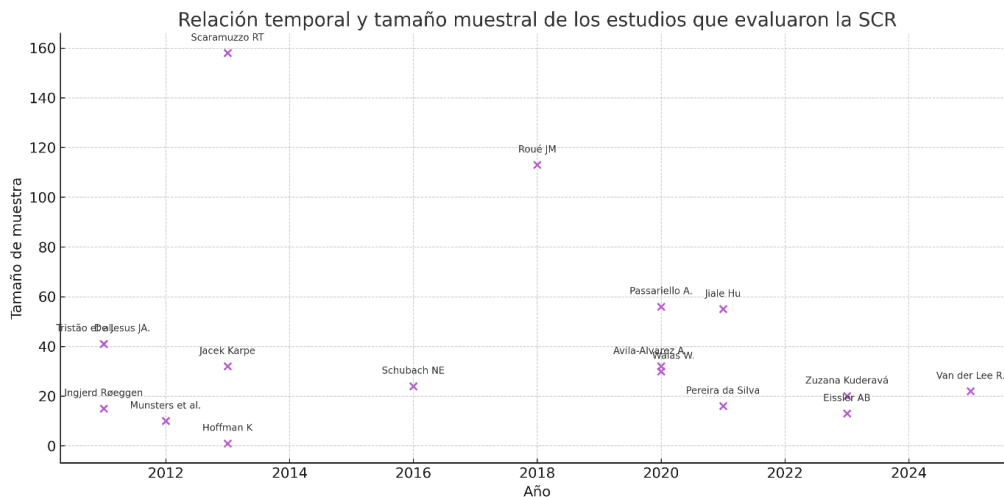


Figura 12: Estudios que utilizan SCR y evolución temporal

A lo largo de los últimos años, la conductancia de la piel (SCR) ha evolucionado como una herramienta objetiva clave para la evaluación del dolor y el estrés neonatal (figura 12). Desde los primeros estudios como el de **Avila-Alvarez (2014)** que comparó la SCR con escalas clínicas tradicionales como la PIPP-R, mostrando su capacidad para detectar dolor agudo durante procedimientos oftalmológicos en recién nacidos pretérminos, hasta investigaciones más recientes en contextos como el bienestar en reposo, a través del estudio de **Røeggen (2015)** o el NAS de **Schubach et al. (2016)**, quienes evidenciaron la sensibilidad de parámetros como el número de fluctuaciones por segundo (NSCF/s) al estrés fisiológico. **Hu et al. (2017)**⁴⁵ destacaron su utilidad en neonatos ventilados, encontrando alta correlación con escalas clínicas. **Hoffman et al. (2013)**⁵⁵ evaluaron el dolor prolongado/confort en el contexto de hipotermia terapéutica, evidenciando cambios significativos de la SCR en las tres fases del protocolo, lo que refuerza su valor como monitor fisiológico.

Posteriormente, estudios como los de **De Jesús (2020)** y **Tristao (2019)** compararon SCR con HRV y OSV, concluyendo que la SCR ofrecía mayor estabilidad y menor susceptibilidad a factores externos. Por su parte, **Roué et al. (2021)**⁴⁴ incorporaron un enfoque multimodal con NIRS y cortisol salivar, identificando perfiles diferenciados de respuesta al dolor. ⁴⁴ Paralelamente, investigaciones como la de **Walas et al. (2020)**⁵⁶ y **Van der Lee et al. (2021)**⁵⁷ comenzaron a validar el uso de la SCR como indicador complementario en la monitorización de la sedación, especialmente en neonatos ventilados o bajo procedimientos semielectivos como la intubación.

Además, estudios como los de **Munsters et al. (2013)** y **Luis Pereira Da Silva et al. (2021)**⁵⁸ utilizaron múltiples parámetros derivados de la SCR (como área bajo la curva, amplitud de picos o tiempo de recuperación) para diferenciar entre respuestas a estímulos breves y prolongados o según la edad gestacional, demostrando la sensibilidad de esta herramienta a factores madurativos. Finalmente, trabajos como los de **Karpe et al. (2022)** y **Kuderavá et al. (2017)**⁵⁹ consolidaron su utilidad para evaluar dolor aún en presencia de sedación y durante los primeros días de vida, destacando su valor diagnóstico incluso cuando otras escalas clínicas pueden resultar limitadas.

La SCR como medida objetiva, es útil y aporta un gran avance en cuanto la medición del dolor neonatal, tanto en recién nacidos pretérmino y a términos, evidenciando incrementos significativos e inmediatos tras la aplicación de estímulos dolorosos, como punciones o procedimientos invasivos menores. Por lo que el uso combinado junto al NIPE, permite una evaluación más completa y dinámica de la experiencia dolorosa en el neonato. Esta estrategia multimodal se muestra especialmente útil en la práctica clínica al integrar información objetiva y continua con la evaluación conductual tradicional, favoreciendo intervenciones terapéuticas oportunas y adecuadas, con un importante impacto en el neurodesarrollo y la calidad de vida futura de los recién nacidos.

Comparando el NIPE y la SCR, **Walas et al.(2022)**⁹ evaluaron el dolor neonatal en pacientes no analgésicos y lo compararon entre ambas herramientas objetivas. En este estudio el sexo, la edad gestacional, el peso, el mecanismo respiratorio (espontánea o ventilación no invasiva), no influyeron en la detección del dolor. Antes del estímulo doloroso, no se detectó la existencia de dolor evaluado por escalas conductuales. Después del estímulo doloroso se describió un aumento de la SCR y una disminución del NIPEi, sin diferencias significativas entre los subgrupos.

La evaluación del dolor neonatal se beneficia significativamente del uso combinado de herramientas objetivas como el NIPE y la SCR. Al analizar respuestas del sistema nervioso autónomo desde sus dos vertientes (parasimpática y simpática), se obtiene una perspectiva más completa de la experiencia nociceptiva.

Mientras que la SCR destaca por su alta sensibilidad para detectar dolor agudo a través de picos de conductancia tras un estímulo, el NIPE aporta información sobre el estado basal de confort y la modulación de la respuesta al dolor prolongado.

La combinación de estas herramientas con escalas clínicas validadas y la valoración del entorno (incluyendo intervenciones no farmacológicas como el piel con piel o la musicoterapia), puede facilitar un abordaje integral, personalizado y más sensible a las necesidades del recién nacido.

9. CONCLUSIONES

1. Hay evidencias claras y suficientes acerca de la evaluación del dolor neonatal, como una prioridad en las unidades de atención al neonato, dada su repercusión en el bienestar de los mismos y efectos a largo plazo sobre el neurodesarrollo.
2. Existe la necesidad de implementar herramientas objetivas como el NIPE o SCR en cuanto a evaluación del dolor neonatal, ya que se puede apreciar que son útiles, eficaces y disminuyen las repercusiones de una incorrecta valoración, diagnóstico y tratamiento del dolor en los neonatos.
3. Las respuestas fisiológicas automatizadas complementan los métodos clásicos de evaluación clínica del dolor, sobre todo en aquellos en los que la capacidad de expresión no es clara.
4. Ambos métodos pueden ser aplicados a recién nacidos a término y pretérmino, aunque algunos estudios han demostrado mayor variabilidad en prematuros, quienes pueden presentar respuestas más atenuadas o prolongadas, por su sistema nervioso autónomo más inmaduro.
5. Ambas herramientas tienen la capacidad de detectar dolor en neonatos, pero con diferente especificidad; la SCR muestra un aumento inmediato y marcado de los picos de conductancia tras estímulos dolorosos, lo cual la hace una herramienta muy sensible ante el dolor agudo, el NIPE además es capaz de mostrar situaciones de confort.
6. El NIPE refleja de manera indirecta el confort o estrés mediante la actividad parasimpática, siendo también útil en la evaluación de intervenciones como el contacto piel con piel.
7. La evidencia sobre dolor prolongado está más consolidada con el NIPE aunque hay falta de consenso sobre su utilidad definitiva en este ámbito.⁶⁰ La SCR también ha sido analizada en procedimientos de mayor duración, como demuestran los estudios de Da Silva, pero su utilidad sigue siendo más sólida en el dolor agudo.
8. Ambos métodos no requieren interpretación subjetiva, lo que disminuye la variabilidad interobservador.
9. El uso de la SCR no se ve afectado por sedación ligera o ventilación no invasiva.
10. Dado que la SCR y el NIPE evalúan el sistema nervioso autónomo (simpático vs. parasimpático) su uso combinado permite una evaluación más completa del dolor neonatal.
11. La correcta evaluación y diagnóstico de procedimientos dolorosos, y patologías asociadas al neonato, debe ser una prioridad, por lo tanto los cuidadores y profesionales sanitarios deben formarse y capacitarse para realizar esta asistencia de manera adecuada.
12. Se necesitan más estudios donde participen recién nacidos a término y pretérmino, con mayor poder estadístico, para así, poder extender los resultados a la práctica clínica e implementar la utilización de ambas herramientas objetivas como métodos de evaluación del dolor neonatal.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. García Campayo J, Rodero B. Aspectos cognitivos y afectivos del dolor. *Reumatol Clin*. 2009;5(suppl 2):9–11.
2. International Association for the Study of Pain (IASP). IASP Terminology. IASP. 2017.
3. Gonzales GF, Tapia V, Fort AL. Maternal and perinatal outcomes in teenage pregnancies in Peru. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2007;24(2):123–30.
4. Pérez Ruiz AO, Jiménez Gutiérrez MB, Vega Cisneros L. Regiones del encéfalo vinculadas a la interpretación del dolor. *Rev Haban Cienc Méd*. 2018;17(3):386–95
5. Fitzgerald M, Walker SM. Infant pain management: a developmental neurobiological approach. *Nat Clin Pract Neurol*. 2009;5:35–50.
6. Fitzgerald M. The development of nociceptive circuits. *Nat Rev Neurosci*. 2005;6:507–20.
7. Grunau RE, Holsti L, Peters JWB. Long-term consequences of pain in human neonates. *Semin Fetal Neonatal Med*. 2006;11(4):268–75.
8. Craig KD, Whitfield MF, Grunau RVE, Linton J, Hadjistavropoulos HD. Pain in preterm neonate: behavioural and physiological indices. *Pain*. 1993;52:287–99.
9. Walas W, Halaba ZP, Szczapa T, Latka-Grot J, Maroszyńska I, Malinowska E, et al. Procedural pain assessment in infants without analgesedation: comparison of newborn infant parasympathetic evaluation and skin conductance activity—a pilot study. *Front Pediatr*. 2021;9:746504
10. Lectorio. Pain: Types and Pathways. Lectorio. 2024. Disponible en: <https://app.lectorio.com/#/article/3862>
11. Sánchez Pérez Y, Ramírez Torres MA, Flores Chapa NA, Gómez Flores RM, Pérez Reyes R, Tovilla Zavala B, et al. Clasificación del dolor. *Rev Fac Med Hum*. 2021;21(2):457–66
12. Llerena A, Tran K, Choudhary D, et al. Neonatal pain assessment: do we have the right tools? *Front Pediatr*. 2022;10:1022751.
13. Lundqvist P, Kleberg A, Edberg AK, Larsson BA, Hellstrom-Westas L, Norman E. Development and psychometric properties of the Swedish ALPS-neo pain and stress assessment scale for newborn infants. *Acta Paediatr*. 2014;103(8):833–9.
14. Cignacco E, Mueller R, Hamers JP, Gessler P. Pain assessment in the neonate using the Bernese Pain Scale for Neonates. *Early Hum Dev*. 2004;78(2):125–31.
15. Stenkjaer RL, Pedersen PU, Hundrup YA, Weis J. Evaluation of NICU Nurses' competence in pain assessment 5 years after implementation of the COMFORTneo scale. *Adv Neonatal Care*. 2019;19(5):409–15.
16. Raffaelli G, Cristofori G, Befani B, De Carli A, Cavallaro G, Fumagalli M, et al. EDIN Scale implemented by gestational age for pain assessment in preterms: a prospective study. *Biomed Res Int*. 2017;2017:9253710
17. Fitzgerald M, Millard C, MacIntosh N. Hyperalgesia in premature infants. *Lancet*. 1988;1:292.
18. World Health Organization. WHO guidelines for the pharmacological and radiotherapeutic management of cancer pain in adults and adolescents. Geneva. World Health Organization. 2018.
19. Gálvez R, Villoria J, Rejas J. Elevador analgésico: una propuesta alternativa al modelo de escalera analgésica para el tratamiento del dolor. *Medicina Paliativa*. 2005;12(4):196–203.
20. Espinosa Fernández MG, González-Pacheco N, Sánchez-Redondo MD, Cernada M, Martín A, Pérez-Muñuzuri A, Boix H, Couce ML. Sedoanalgesia en las unidades neonatales. *An Pediatr (Barc)*. 2021;95(2):126.e1-126.e11
21. Storm H, Shafiei M, Myre K, Raeder J. Palmar skin conductance compared to a developed stress score and to noxious and awakening stimuli on patients in anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2005;49(6):798–803.
22. Butruille L, De Jonckheere J, Marcilly R, et al. Development of a pain monitoring device focused on newborn infant applications: The NeoDoloris project. *IRBM*. 2015;36:80–5.

23. Mdoloris Medical Systems. NIPE Monitor V1: monitorización continua de confort/inconfort para recién nacidos. Manual del usuario. Loos (Francia): Mdoloris Medical Systems; 2020..
24. Barriga Villafañe D. El arte de enfermería en la atención humanizada al recién nacido: un encuentro entre ciencia, sensibilidad y humanismo. *Rev Hosp Univ Samaritan.* 2020;24(2):69–78.
25. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG; PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med.* 2009;6(7):e1000097.
26. Ribeiro AL, Costa MFP, Silva PYF, Lima RO, Bezerra RB, Bezerra IFD, et al. Effects of the use of a cocoon on the autonomic, motor, and regulatory systems in preterm newborns: Randomized clinical trial. *Arch Pediatr.* 2024;31:250–5.
27. Boskabadi H, Ghayour-Mobarhan M, Bagheri F, Askari S, Ferns G. The effect of facilitated tucking during venipuncture on duration of crying in preterm infants. *J Clin Neonatol.* 2014;3(2):75–79.
28. Gendras J, Lavenant P, Sicard-Cras I, Consigny M, Misery L, Anand KJS, Sizun J, Roué JM. The newborn infant parasympathetic evaluation index for acute procedural pain assessment in preterm infants. *Pediatr Res.* 2021;89(7):1840–7.
29. Cremillieux C, Makhoulouf A, Pichot V, Trombert B, Patural H. Objective assessment of induced acute pain in neonatology with the newborn infant parasympathetic evaluation index. *Eur J Pain.* 2018;22(6):1071–9.
30. Buyuktiryaki M, Uras N, Okur N, Oncel MY, Kadioglu Simsek G, Ozluer Isik S, Oguz SS. Evaluation of prolonged pain in preterm infants with pneumothorax using heart rate variability analysis and EDIN (Échelle Douleur Inconfort Nouveau-Né) scores. *Korean J Pediatr.* 2018;61(10):322–326.
31. Weber F, Roeleveld HG, Geerts NJE, Warmenhoven AT, Schröder R, de Leeuw TG. The heart rate variability-derived Newborn Infant Parasympathetic Evaluation (NIPE™) Index in pediatric surgical patients from 0 to 2 years under sevoflurane anesthesia—A prospective observational pilot study. *Pediatr Anesth.* 2019;29(4):377–384.
32. Weber F, Langen E, Kerbusch T, Bokhorst E. The Newborn Infant Parasympathetic Evaluation Index for assessment of procedural pain and discomfort in mechanically ventilated pediatric intensive care patients: A prospective exploratory observational study. *Pediatr Anesth.* 2025;35(3):232–8.
33. Bachiller Carnicero L, Antonón Rodríguez M, de la Huerga López A, Martín Ramos S, Morales Luengo F, Marín Uruñea SI, Caserío Carbonero S. Parasympathetic evaluation for procedural pain assessment in neonatology. *An Pediatr (Engl Ed).* 2022;97(6):390–397.
34. Uberos J, Campos Martínez A, Ruiz López A, Fernández Marín E, García Serrano JL. Sensitivity and specificity of the newborn infant parasympathetic evaluation index in pain assessment of very low birth weight infants. *Am J Perinatol.* 2024;41(suppl 1):e430–e434.
35. Rakza T, Butruille L, Thirel L, Houfflin-Debarge V, Logier R, Storme L, de Jonckheere J. Short-term impact of assisted deliveries: evaluation based on behavioral pain scoring and heart rate variability. *Clin J Pain.* 2017;33(8):700–6.
36. Sevivas C, Ibáñez R, Fontalvo M, Couce ML, Camprubí Camprubí M. Pain and heart rate variability in neonates receiving dexmedetomidine. *J Perinatol.* 2024;44(11):1669–1674.
37. Kaar K, Brandner J, Minnich B, Hilberath J, Weisser C, Wald M. Heart rate variability can be used to evaluate wellbeing in preterm infants. *Acta Paediatr.* 2017;106(9):1394–1399.
38. Alexandre C, De Jonckheere J, Rakza T, Mura S, Carette D, Logier R, et al. Impact du cocooning et de la voix humaine sur le système nerveux autonome (SNA) de l'enfant grand prématuré. *Arch Pediatr.* 2013;20:963–8.
39. Gautheyrou L, Durand S, Jourdes E, De Jonckheere J, Combes C, Cambonie G. Facilitated tucking during early neonatologist-performed echocardiography in very preterm neonates. *Acta Paediatr.* 2018;107(12):2151–2157.

40. Butruille L, Blouin A, De Jonckheere J, Mur S, Margez T, Rakza T, et al. Impact of skin-to-skin contact on the autonomic nervous system in the preterm infant and his mother. *Infant Behav Dev.* 2017;49:83–86.
41. Morales Betancourt C, Acuña Muga J, López Maestro M, De la Cruz Bértolo J, Moral Pumarega MT, Pallás Alonso CR, et al. Live music can play a major role in aiding the development of preterm infants in neonatal intensive care units. *Acta Paediatr.* 2020;109(9):1895–1896.
42. Walas W, Halaba ZP, Szczapa T, Latka-Grot J, Maroszyńska I, Malinowska E, et al. Procedural pain assessment in infants without analgesedation: comparison of newborn infant parasympathetic evaluation and skin conductance activity—a pilot study. *Front Pediatr.* 2021;9:746504.
43. Scaramuzza RT, Faraoni M, Polica E, Pagani V, Vagli E, Boldrini A. Skin conductance variations compared to ABC scale for pain evaluation in newborns. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2013;26(14):1399–1403.
44. Roué JM, Rioualen S, Gendras J, Misery L, Gouillou M, Sizun J. Multi-modal pain assessment: are near-infrared spectroscopy, skin conductance, salivary cortisol, physiologic parameters, and neonatal Facial coding system interrelated during venepuncture in healthy, term neonates? *J Pain Res.* 2018;11:2257–2267.
45. Hu J, Harrold J, Squires JE, Modanloo S, Harrison D. The validity of skin conductance for assessing acute pain in mechanically ventilated infants: A cross-sectional observational study. *Eur J Pain.* 2021;25(9):1994–2006
46. Passariello A, Montaldo P, Palma M, Cirillo M, Di Guida C, Esposito S, Caruso M, Pugliese M, Giliberti P. Neonatal painful stimuli: skin conductance algometer index to measure efficacy 24% of sucrose oral solution. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2019;32(24):4103–4109
47. Tristão RM, Garcia NVM, de Jesus JAL, Tomaz C. COMFORT behaviour scale and skin conductance activity: what are they really measuring? *Acta Paediatr.* 2013;102(9):e402–6.
48. De Jesus JAL, Tristao RM, Storm H, da Rocha AF, Campos D Jr. Heart rate, oxygen saturation, and skin conductance: a comparison study of acute pain in Brazilian newborns. In: *Proceedings of the 33rd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBS); 2011 Aug 30–Sep 3; Boston, MA. Piscataway (NJ): IEEE; 2011. p. 1875–9.*
49. Avila-Álvarez A, Pertega-Diaz S, Vázquez Gómez L, et al. Pain assessment during eye examination for retinopathy of prematurity screening: Skin conductance versus PIPP-R. *Acta Paediatr.* 2020;109(5):935–42.
50. Karpe J, Misiołek A, Daszkiewicz A, Misiołek H. Objective assessment of pain-related stress in mechanically ventilated newborns based on skin conductance fluctuations. *Anaesthesiol Intensive Ther.* 2013;45(3):134–8.
51. Schubach NE, Mehler K, Roth B, Korsch E, Laux R, Singer D, von der Wense A, Treszl A, Hünseler C. Skin conductance in neonates suffering from abstinence syndrome and unexposed newborns. *Eur J Pediatr.* 2016;175(10):1393–1402.
52. Røeggen I, Storm H, Harrison D. Skin conductance variability between and within hospitalised infants at rest. *Early Hum Dev.* 2011;87(1):37–42.
53. Munsters J, Wallström L, Ågren J, Norsted T, Sindelar R. Skin conductance measurements as pain assessment in newborn infants born at 22–27 weeks gestational age at different postnatal age. *Early Hum Dev.* 2012;88(1):21–6.
54. Eissler AB, Stoffel L, Baechli A, Müller T, Kurth E, Gumy-Pause F, et al. Pain responses in preterm infants and parental stress over repeated painful procedures: a randomized pilot trial. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2023;36(1):2183753.
55. Hoffman K, Bromster T, Hakansson S, van den Berg J. Monitoring of Pain and Stress in an Infant With Asphyxia During Induced Hypothermia: A Case Report. *Adv Neonatal Care.* 2013;13(4):252–261.

56. Walas W, Halaba Z, Kubiaczyk A, Piotrowski A, Latka-Grot J, Szczapa T, et al. Skin conductance measurement for the assessment of analgosedation adequacy in infants treated with mechanical ventilation: A multicenter pilot study. *Adv Clin Exp Med.* 2020;29(9):1117–1121.
57. Van der Lee R, Groot Jebbink LJM, van Herpen THM, d’Haens EJ, Bierhuizen J, van Lingen RA. Feasibility of monitoring stress using skin conductance measurements during intubation of newborns. *Eur J Pediatr.* 2015;174(1):1–7.
58. Pereira-da-Silva L, Virella D, Monteiro I, Gomes S, Rodrigues P, Serelha M, et al. Skin conductance indices discriminate nociceptive responses to acute stimuli from different heel prick procedures in infants. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2012;25(6):796–801.
59. Kuderavá Z, Kozar M, Visnovcová Z, Ferencová N, Tonhajzerová I, Prsová L, et al. Sympathetic nervous system activity and pain-related response indexed by electrodermal activity during the earliest postnatal life in healthy term neonates. *Physiol Res.* 2023;72(3):393–401.
60. Recher M, Boukhris MR, Jeanne M, Storme L, Leteurtre S, Sabourdin N, De jonckheere J. The newborn infant parasympathetic evaluation in pediatric and neonatology: a literature review. *J Clin Monit Comput.* 2021;35(6):1221–33.

11.AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer en primer lugar al Dra. María Luz Couce y a la Dra. Catarina Sevivas por su asesoramiento y disposición en la realización de este trabajo.

A mi madre Oneyda y a mi hermano Lenin por ser los pilares básicos de mi vida; por enseñarme a ser una buena persona y fomentar valores y principios en mi vida, gracias a ello soy lo que soy hoy en día.

A mis sobrinos Ramsés, Roman y Sarah por inspirarme cada instante, los amo.

A Xoán, por acompañarme, guiarme, ayudarme y siempre estar.

A mis mejores amigos; Irina, Nieves y Sofía por siempre confiar en mí, escucharme cada vez que lo he necesitado, por hacerse sentir presente en todo momento aunque nos separen muchos kilómetros y por ser un refugio en momentos de incertidumbre.

A Vitor, una de las mejores personas que esta facultad me permitió conocer, por hacer que este último año de carrera fuese muy ameno.

A Giancarlo y Ana por haber hecho todos estos años de carrera más agradables, divertidos y enriquecedores.

A la Universidad de Santiago de Compostela por haber sido mi segunda casa durante estos últimos años.

A la Universidad de Los Andes y en especial a la Facultad de Medicina en Mérida-Venezuela, por haber reafirmado mi vocación por la Medicina y por la oportunidad de haber estudiado ahí un par de meses.

A Santiago de Compostela y en general a Galicia, por su recibimiento y gran acogimiento.

Al Hospital Clínico Universitario de Santiago de Compostela y sus pacientes, por todo el conocimiento adquirido y experiencias vividas.

A todos los compañeros de carrera, amigos; Amuri, Marianna, a mi familia en Venezuela, y personas que me rodean, que hicieron de este camino un camino de aprendizajes, lecciones y grandes vivencias...

A todos;

¡Gracias!