



## **APANICU 1.0: SISTEMA AUTOMÀTIC PER A LA VALORACIÓ DEL DOLOR DELS NOUNATS INGRESSATS A LES UNITATS DE CURES INTENSIVES**

**Josep Oriol Casanovas Marsal**

ISBN: 978-84-697-7365-9

**ADVERTIMENT.** L'accés als continguts d'aquesta tesi doctoral i la seva utilització ha de respectar els drets de la persona autora. Pot ser utilitzada per a consulta o estudi personal, així com en activitats o materials d'investigació i docència en els termes establerts a l'art. 32 del Text Refós de la Llei de Propietat Intel·lectual (RDL 1/1996). Per altres utilitzacions es requereix l'autorització prèvia i expressa de la persona autora. En qualsevol cas, en la utilització dels seus continguts caldrà indicar de forma clara el nom i cognoms de la persona autora i el títol de la tesi doctoral. No s'autoritza la seva reproducció o altres formes d'explotació efectuades amb finalitats de lucre ni la seva comunicació pública des d'un lloc aliè al servei TDX. Tampoc s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant als continguts de la tesi com als seus resums i índexs.

**ADVERTENCIA.** El acceso a los contenidos de esta tesis doctoral y su utilización debe respetar los derechos de la persona autora. Puede ser utilizada para consulta o estudio personal, así como en actividades o materiales de investigación y docencia en los términos establecidos en el art. 32 del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual (RDL 1/1996). Para otros usos se requiere la autorización previa y expresa de la persona autora. En cualquier caso, en la utilización de sus contenidos se deberá indicar de forma clara el nombre y apellidos de la persona autora y el título de la tesis doctoral. No se autoriza su reproducción u otras formas de explotación efectuadas con fines lucrativos ni su comunicación pública desde un sitio ajeno al servicio TDR. Tampoco se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al contenido de la tesis como a sus resúmenes e índices.

**WARNING.** Access to the contents of this doctoral thesis and its use must respect the rights of the author. It can be used for reference or private study, as well as research and learning activities or materials in the terms established by the 32nd article of the Spanish Consolidated Copyright Act (RDL 1/1996). Express and previous authorization of the author is required for any other uses. In any case, when using its content, full name of the author and title of the thesis must be clearly indicated. Reproduction or other forms of for profit use or public communication from outside TDX service is not allowed. Presentation of its content in a window or frame external to TDX (framing) is not authorized either. These rights affect both the content of the thesis and its abstracts and indexes.



UNIVERSITAT  
ROVIRA I VIRGILI

## APANICU 1.0:

# Sistema automàtic per a la Valoració del Dolor dels Nounats ingressats a les Unitats de Cures Intensives

---

Josep Oriol Casanovas Marsal



TESI DOCTORAL  
2017

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
APANICU 1.0: SISTEMA AUTOMÀTIC PER A LA VALORACIÓ DEL DOLOR DELS NOUNATS INGRESSATS A LES  
UNITATS DE CURES INTENSIVES  
Josep Oriol Casanovas Marsal  
ISBN: 978-84-697-7365-9

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
APANICU 1.0: SISTEMA AUTOMÀTIC PER A LA VALORACIÓ DEL DOLOR DELS NOUNATS INGRESSATS A LES  
UNITATS DE CURES INTENSIVES  
Josep Oriol Casanovas Marsal  
ISBN: 978-84-697-7365-9

Josep Oriol Casanovas Marsal

**APANICU 1.0:**  
**SISTEMA AUTOMÀTIC PER A LA VALORACIÓ DEL**  
**DOLOR DELS NOUNATS INGRESSATS A LES UNITATS**  
**DE CURES INTENSIVES**

TESI DOCTORAL

Co-dirigida per:

Dra. Montserrat García Martínez; Dr. Antoni Martínez Ballesté

Programa de Doctorat en Ciències de la Infermeria

Departament d'Infermeria

Universitat Rovira i Virgili

Tarragona 2017



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
APANICU 1.0: SISTEMA AUTOMÀTIC PER A LA VALORACIÓ DEL DOLOR DELS NOUNATS INGRESSATS A LES  
UNITATS DE CURES INTENSIVES  
Josep Oriol Casanovas Marsal  
ISBN: 978-84-697-7365-9



CAMPUS TERRES DE L'EBRE  
Universitat Rovira i Virgili

Facultat d'Infermeria

Els sotasignats, Dra. Montserrat García Martínez, professora titular al Departament d'Infermeria de la Universitat Rovira i Virgili i Dr. Antoni Martínez Ballesté, professor titular al Departament d'Enginyeria Informàtica i Matemàtiques de la Universitat Rovira i Virgili,

Fem constar,

Que el treball titulat ***“APANICU 1.0: Sistema Automàtic per a la Valoració del Dolor dels Nounats ingressats a les Unitats de Cures Intensives”*** que presenta el **Sr. Josep Oriol Casanovas Marsal** per a l'obtenció del títol de Doctor, ha estat realitzat sota les nostres direccions al Departament d'Infermeria d'aquesta Universitat.

I perquè se'n prengui coneixement i tingui els efectes oportuns, signem aquesta certificació.

CPISR-1 C  
Montserrat  
García Martínez  
2017.04.26  
10:10:27 +02'00'

Dra. Montserrat García Martínez

CPISR-1 C  
Antoni Martínez  
Ballesté  
2017.04.26  
10:59:45 +02'00'  
UNIVERSITAT  
ROVIRA I VIRGILI

Dr. Antoni Martínez Ballesté

Tarragona, 26 d'abril del 2017

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
APANICU 1.0: SISTEMA AUTOMÀTIC PER A LA VALORACIÓ DEL DOLOR DELS NOUNATS INGRESSATS A LES  
UNITATS DE CURES INTENSIVES  
Josep Oriol Casanovas Marsal  
ISBN: 978-84-697-7365-9



*Dura com l'aigua dura  
arrel d'ella mateixa  
en èxtasi perenne  
la pedra perpetua  
la pedra, imatge pura  
i la idea de pedra  
se'ns fa del tot madura.*

*"Pedra"* Josep Palau i Fabre, 1942.

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
APANICU 1.0: SISTEMA AUTOMÀTIC PER A LA VALORACIÓ DEL DOLOR DELS NOUNATS INGRESSATS A LES  
UNITATS DE CURES INTENSIVES  
Josep Oriol Casanovas Marsal  
ISBN: 978-84-697-7365-9

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
APANICU 1.0: SISTEMA AUTOMÀTIC PER A LA VALORACIÓ DEL DOLOR DELS NOUNATS INGRESSATS A LES  
UNITATS DE CURES INTENSIVES  
Josep Oriol Casanovas Marsal  
ISBN: 978-84-697-7365-9

*DEDICADA A MON PARE I A MA MARE*

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
APANICU 1.0: SISTEMA AUTOMÀTIC PER A LA VALORACIÓ DEL DOLOR DELS NOUNATS INGRESSATS A LES  
UNITATS DE CURES INTENSIVES  
Josep Oriol Casanovas Marsal  
ISBN: 978-84-697-7365-9

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
APANICU 1.0: SISTEMA AUTOMÀTIC PER A LA VALORACIÓ DEL DOLOR DELS NOUNATS INGRESSATS A LES  
UNITATS DE CURES INTENSIVES  
Josep Oriol Casanovas Marsal  
ISBN: 978-84-697-7365-9

## AGRAÏMENTS

Tot i que aquest apartat és el primer que apareix en aquesta tesi, ha estat l'últim en redactar-se. Tancar aquesta etapa acadèmica com és la del doctorat assoleix en escriu el meu objectiu per arribar fins on he arribat. I, aquest camí no ha estat fàcil, ja no tant sols pel recorregut en sí de la tesi doctoral sinó pels mèrits que s'han d'aconseguir per poder arribar a cursar els estudis de doctorat.

Primerament m'agradaria donar les més merescudes gràcies als meus directors de tesi. A la Dra. Montserrat García Martínez per les seves incomptables hores dedicades en aquest document, a qualsevol hora, a qualsevol dia de la setmana, a qualsevol dia del mes i a qualsevol dia de l'any. Han estat cinc anys fructífers d'aprenentatge tant acadèmic com personal, intercanviant experiències professionals i no tant professionals. Puc agrair l'haver tingut una directora de tesi atenta, predisposada, empàtica, disciplinada i arriscada. Al Dr. Antoni Martínez Ballesté per haver acceptat participar en aquest viatge com a codirector, per ajudar-me a plasmar la idea preconcebuda d'aquesta tesi amb alguna cosa real, pels seus consells, per les seves correccions, per la seva predisposició i com no, per haver establert aquesta sinergia entre dues disciplines totalment diferents, la d'infermeria i la informàtica.

Els meus agraïments també al Dr. Agustí Solanas i al grup d'investigació Smart Health Research Group per la possibilitat de difondre l'APANICU i posar a disposició els seus membres del grup per poder dissenyar i crear el prototip. Com no, donar les gràcies personalment a l'Edgar Batista per la seva paciència, per acompanyar-me a l'hospital per poder fer les proves en entorn real de l'APANICU 1.0, per configurar i reconfigurar el sistema, i les mil i una traves que han anat sorgint amb aquest projecte.

Voldria agrair també al Dr. Ricardo Closa i a la Sra. Elena Mateo l'haver-me donat l'oportunitat d'entrar a la UCI neonatal i poder experimentar amb aquests nadons. Donar les meves merescudes gràcies a l'Hospital Universitari Joan XXIII de Tarragona, tant a la

institució sanitària com també a tots/es els professionals de la UCI neonatal (metges/esses, infermeres, auxiliars, personal de la neteja, etc.) del primer a l'últim. Tot i venir d'una altra institució m'heu fet veure que l'aportació científica externa és bona i enriquidora per ambdues parts.

Voldria agrair a l'Arnau Besora la seva empenta i predisposició pels conselles estadístics primaris quan aquesta tesi era només el que era, una idea.

Les mil – i – una gràcies a la Dra. Maria Teresa Salvadó Usach per les múltiples tutories estadístiques que s'han realitzat personalment i telefònicament. Sense tu aquest estudi tampoc tindria forma.

També vull agrair a la Carme Montcusí, directora del CRAI – Campus Catalunya, la seva dedicació per ensenyar-me a fer una recerca bibliogràfica BEN FETA, a utilitzar els gestors de referències bibliogràfiques i altres trucs per poder arribar a un nivell de qualitat científica. Sempre predisposada a l'ajuda altruista, ja no tant sols en aquesta etapa acadèmica, sinó que en l'etapa de màsters i en l'etapa de la carrera d'infermeria.

Moltíssimes gràcies a l'Anna Carneros qui per segona vegada, i la primera va ser pel treball final de màster, ha realitzat les correccions lingüístiques d'aquesta tesi. Moltes mercès per la teva generositat.

Donar les gràcies a mon cosí Roger pel seu oferiment en el moment de resoldre els problemes informàtics que anaren sorgint quan s'anava avançant amb aquest projecte.

També m'agradaria donar les gràcies a TOTS els professionals del Campus Terres de l'Ebre. Tot i viure a uns 80 quilòmetres d'aquest indret, heu fet que aquest campus fos com casa meva.

No m'agradaria pas deixar d'agrair a tots els meus amics, que encara que ens veiem poc per les meves circumstàncies laborals i acadèmiques, us tinc presents. Moltes gràcies a la Maria, Neus,

Núria, Magri, Anna, Àlex, Alba, Maitane i sobretot al Quim per haver il·lustrat la portada d'aquesta tesi.

A la gent de l'hospital a qui no voldria pas deixar-me ningú: Alícia, Àngel, Sònia, Fran, Bárbara, Toñi, Conchi, Míriam, Noemí, Marlen, Tote, Maite, Antonio, Cori, Jaume, Eva, Rosa i Isa.

A la Roser, al Manuel i a la Jael, que conjuntament amb la Montse hem compartit dinars i altres experiències doctorals.

A la Montse per les diverses ajudes proporcionades, consells donats i d'altres estratègies per tirar endavant aquesta tesi. Foc, metxa i recta final al doctorat.

Per acabar no m'agradaria tancar aquest apartat sense donar les gràcies a la meva família, germans, cunyats/des, nebots/des, fillol i fillola però sobretot, i molt especialment, als meus pares per haver-me proporcionat font d'educació i ensenyança durant la meva infància i adolescència; camí de rectitud durant la meva etapa de batxillerat i mostra de suport i creença en la meva etapa universitària. Jo sóc el reflex del que vosaltres m'heu ensenyat i m'heu ofert, i crec que no ha sortir pas tant malament, oi?



## LLISTA D'ABREVIATURES

- **ANOVA:** Analysis of variance.
- **APANICU:** automatic pain assesment in neonatal intensive care units.
- **BIIP:** Behavioral indicators of infant pain.
- **BPM:** Batecs per minut.
- **BPSN:** Bernese pain scale for neonates.
- **CHIPPS:** Children's and infants postoperative pain scale.
- **CINAHL:** Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature.
- **CRIES:** Crying Requieres oxygen Increased vital signs, Expression and Sleepness.
- **DAN:** Douleur Aigüe Nouveau – né.
- **EMLA:** Eutechtic mixture of local anesthetics.
- **EPIPAIN:** Epidemiology of procedural pain in neonates.
- **FT:** Facilitated Tucking. Contenció del nounat per realitzar processos invasius.
- **FC:** Freqüència cardíaca.
- **FLACC:** Face, legs, activity, cry and consolability.
- **FR:** Freqüència respiratòria.
- **GABA:** àcid gamma – amino – butíric.
- **HCl:** àcid clorhídric.
- **Hz:** Hertz.
- **IA:** Intel·ligència artificial.
- **INE:** Institut Nacional d'Estadística.
- **INVESTINF:** Investigació en Infermeria.
- **JCAHO:** Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations.
- **MeSH:** Medical Subject Heading.
- **MMHG:** mil·límetres de mercuri.
- **N – PASS:** Neonatal Pain Agitation and Sedation Scale.
- **NaCl:** clorur de sodi.
- **NFCS:** Neonatal facial coding system.
- **NIAPAS:** Neonatal infant acute pain assesment scale.

- **NIPS:** Neonatal infant pain scale.
- **NMDA:** N – metil – D – aspartat.
- **OMS:** Organització Mundial de la Salut.
- **PASPI:** Pain assessment scale for preterm infants.
- **PAT:** Pain assessment tool.
- **PC:** Paràmetres conductuals / comportamentals.
- **PI:** Procés invasiu.
- **PICC:** peripherally inserted central catheter / catèter central d'inserció perifèrica.
- **PIPP:** Premature Infant Pain Profile.
- **PRISMA:** Preferred reporting items for sistematic review and meta-analysis.
- **ROP:** retinopathy of prematurity / retinopatia del prematur.
- **RPM:** Respiracions per minut.
- **Sat. O<sub>2</sub>:** Saturació d'oxigen.
- **SGA:** Síndrome General d'Adaptació.
- **SGB:** Susan Givens Bell.
- **SNA:** Sistema nerviós autònom.
- **SNC:** Sistema nerviós central.
- **SNP:** Sistema nerviós parasimpàtic.
- **TA:** Tensió arterial.
- **UCI / UCIN:** Unitat de Cures Intensives / Unitat de Cures Intensives Neonatals.
- **VAS:** Visual analog scale.
- **VMNI:** Ventilació mecànica no invasiva.
- **VR – 1 o TRPV1:** Receptor vanilloide.

## ÍNDEX DE D'IL·LUSTRACIONS

<i>Il·lustració 1. Pain pathway .....</i>	<i>25</i>
<i>Il·lustració 2. The circuit of the gate – control theory of pain perception .....</i>	<i>26</i>
<i>Il·lustració 3. Pain and temperature transmission from receptors in the skin ascend.....</i>	<i>27</i>
<i>Il·lustració 4. Avaluació del dolor a les diferents etapes pediàtriques .....</i>	<i>33</i>
<i>Il·lustració 5. Mètodes físicoconductuals d'avaluació del dolor.....</i>	<i>34</i>
<i>Il·lustració 6. Total naixements. Sèrie 1996 - 2015.....</i>	<i>39</i>
<i>Il·lustració 7. Taxa de prematuritat.....</i>	<i>40</i>
<i>Il·lustració 8. Nombre de morts fetals prematures.....</i>	<i>42</i>
<i>Il·lustració 9. Taxa de mortalitat .....</i>	<i>43</i>
<i>Il·lustració 10. Diagrama de flux. Revisió sistemàtica .....</i>	<i>57</i>
<i>Il·lustració 11. Distribució de la mostra per edat gestacional. ....</i>	<i>58</i>
<i>Il·lustració 12. Distribució de la mostra per pes en néixer.....</i>	<i>58</i>
<i>Il·lustració 13. Processos invasius més freqüents.....</i>	<i>59</i>
<i>Il·lustració 14. Escales de valoració del dolor expressades en %. ....</i>	<i>60</i>
<i>Il·lustració 15. Mètodes per a la reducció del dolor i estrès. ....</i>	<i>61</i>
<i>Il·lustració 16. Dificultats per a l'avaluació del dolor. ....</i>	<i>67</i>
<i>Il·lustració 17. Comparativa variable falta de temps entre hospitals espanyols i hospitals estrangers. ....</i>	<i>68</i>
<i>Il·lustració 18. Correcta avaluació del dolor.....</i>	<i>68</i>
<i>Il·lustració 19. Utilitat de monitoritzar el dolor. ....</i>	<i>69</i>
<i>Il·lustració 20. Fiabilitat del sistema automàtic de valoració del dolor. ....</i>	<i>70</i>
<i>Il·lustració 21. Justificació manca de fiabilitat del sistema. ....</i>	<i>70</i>
<i>Il·lustració 22. Diagrama de la base de dades i relació d'aquesta base entre el nounat i els paràmetres fisiològicsoconductuals .....</i>	<i>78</i>

<i>Il·lustració 23. Esquema del prototip APANICU 1.0. ....</i>	<i>79</i>
<i>Il·lustració 24. Visió general del sistema autònom d'avaluació del dolor. ....</i>	<i>80</i>
<i>Il·lustració 25. Visió computeritzada dels paràmetres conductuals ....</i>	<i>80</i>
<i>Il·lustració 26. Esquema del sistema a implementar. ....</i>	<i>81</i>
<i>Il·lustració 27. Resum de l'algorisme pel càlcul estimat del nivell de dolor. ....</i>	<i>83</i>
<i>Il·lustració 28. Escala de valoració del dolor APANICU 1.0. ....</i>	<i>84</i>
<i>Il·lustració 29. Panell frontal del prototip APANICU 1.0. ....</i>	<i>84</i>
<i>Il·lustració 30. Desinfecció del mòdul de visió computeritzada ....</i>	<i>86</i>
<i>Il·lustració 31. Obtenció de paràmetres fisiològics a partir de la central de monitorització de constants vitals. ....</i>	<i>87</i>
<i>Il·lustració 32. Connectivitat, configuració i transmissió de les dades de visió computeritzada. ....</i>	<i>87</i>
<i>Il·lustració 33. Aplicació web per a l'obtenció del valor de dolor calculat (paràmetres fisiològics i paràmetres conductuals) pel prototip APANICU 1.0. ....</i>	<i>87</i>
<i>Il·lustració 34. Gràfic de mesures del dolor d'observador A, B i APANICU 1.0. ....</i>	<i>91</i>

## ÍNDEX DE TAULES

<i>Taula 1. Procediments invasius més freqüents a les UCIN .....</i>	<i>44</i>
<i>Taula 2. Dades demogràfiques població enquestada. ....</i>	<i>65</i>
<i>Taula 3. Freqüència d'avaluació del dolor dels nounats. ....</i>	<i>65</i>
<i>Taula 4. Escales de valoració del dolor més utilitzades. ....</i>	<i>66</i>
<i>Taula 5. Formació per a l'avaluació del dolor. ....</i>	<i>66</i>
<i>Taula 6. Variables considerades en PIPP i SGB per a l'avaluació del dolor. ....</i>	<i>76</i>
<i>Taula 7. Valors normals de tensió arterial i freqüència cardíaca ..</i>	<i>81</i>
<i>Taula 8. Avaluacions de dolor observador A, observador B i APANICU 1.0.....</i>	<i>90</i>
<i>Taula 9. Coeficient de correlació de Spearman.....</i>	<i>91</i>

## ÍNDEX

1. Pròleg .....	1
2. Resum / Resumen / Abstract.....	5
<b>1a part. Marc teòric.....</b>	<b>15</b>
3. Introducció.....	17
3.1. Un recorregut a través de la història: concepte, teories i tractament del dolor .....	17
3.2. El dolor i les seves manifestacions.....	24
3.3. Fisiologia del dolor .....	25
3.4. Característiques especials del dolor dels infants .....	29
3.5. Respostes fisiològiques i conductuals del dolor als nounats.....	30
3.6. Mètodes d'avaluació del dolor a pediatria .....	32
3.7. Avaluació del dolor a neonatologia.....	35
3.8. Unitats de Cures Intensives Neonatals i la valoració del dolor.....	36
3.9. Innovacions tecnològiques actuals d'avaluació del dolor	45
4. Justificació de l'estudi.....	49
5. Hipòtesi.....	51
6. Objectius.....	51

<b>2a part. L'estudi .....</b>	<b>53</b>
7. Revisió sistemàtica: escales de valoració del dolor neonatal	55
7.1. Objectiu de l'estudi .....	55
7.2. Material i mètode .....	55
7.3. Resultats .....	56
8. Qüestionari d'opinió dels professionals sanitaris: valoració automàtica del dolor .....	62
8.1. Objectius .....	62
8.2. Material i mètode .....	62
8.3. Aspectes ètics .....	63
8.4. Resultats .....	64
9. APANICU 1.0: Sistema automàtic per a la valoració del dolor dels nounats ingressats a les unitats de cures intensives .....	74
9.1. Objectius .....	74
9.2. Material i mètode .....	75
9.2.1. Elecció de les escales d'avaluació del dolor de referència .....	75
9.2.2. Planificació i desenvolupament del prototip: Recursos físics i humans .....	76
9.2.3. Etapes de desenvolupament del prototip .....	77
9.2.4. Disseny del prototip APANICU 1.0 .....	79
9.3. Aspectes ètics .....	85
9.4. Resultats .....	85
9.4.1. Instal·lació d'APANICU 1.0 a la Unitat de Cures Intensives Neonatals .....	85
9.4.2. Funcionament del prototip. Mesura manual-prototip	89
9.4.3. Mesures efectuades .....	89

<b>3a Part. Consideracions generals de la tesi.....</b>	<b>93</b>
10. Anàlisi i discussió .....	95
11. Conclusions .....	101
12. Limitacions de l'estudi .....	106
13. Línies futures d'investigació .....	107
14. Finançament i difusió de la recerca .....	109
15. Bibliografia .....	112
16. Annexos.....	133



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
APANICU 1.0: SISTEMA AUTOMÀTIC PER A LA VALORACIÓ DEL DOLOR DELS NOUNATS INGRESSATS A LES  
UNITATS DE CURES INTENSIVES  
Josep Oriol Casanovas Marsal  
ISBN: 978-84-697-7365-9

## 1. PRÒLEG

Aquesta aventura s'inicià l'any 2012, després d'haver finalitzat els estudis del màster oficial en Atenció Integral al Malalt Crític i Emergències. En aquest màster s'havia de realitzar un treball d'investigació i, com a repte personal, vaig decidir introduir-me el món de la pediatria i, més concretament en la temàtica de l'avaluació del dolor als nens quan se'ls hi realitzava un procés invasiu.

Aquest treball "fi de màster" titulat "*Dolor i estrès del nen en processos invasius: els pares com a factor d'interacció*" dirigit pel Dr. Joaquín Escribano (Cap del Servei de Pediatria – Hospital Universitari Sant Joan de Reus) i pel Dr. Francesc Xavier Jiménez (tutor del treball final de màster a la Universitat de Barcelona) va rebre la qualificació d'excel·lent i, posteriorment, va ser guardonat amb el premi Grup SAGESSA en la seva edició 2011 i amb el premi INVESTINF, organitzat pel Col·legi Oficial d'Infermeres i Infermers de Tarragona, el 2012.

Aquesta parcel·la de reconeixement i vitalitat va fer que em plantegés iniciar els estudis de doctorat; cal precisar però que, mentre cursava la carrera d'Infermeria, l'interès per qüestionar-me segons quins aspectes i les ganes de demostrar-los "*ipso facto*" sobre el paper ja existien.

Aquesta tesi doctoral ha estat un pas més per a superar un repte personal a nivell acadèmic, però alhora i més específicament, el de valorar el dolor ja no a l'edat pediàtrica, sinó als nounats, i no als nadons sans, sinó a aquells que resten hospitalitzats a les Unitats de Cures Intensives Neonatals per diferents patologies d'ingrés.

Aquest treball és el resultat d'una gestació investigadora que ha durat un quinquenni aproximadament. Cinc anys on diversos sentiments i emocions han estat presents: alegries, decepcions, il·lusions, cabòries, insomni, etc. juntament amb la dificultat de compaginar l'àmbit acadèmic amb el laboral.

Cada disciplina professional té la responsabilitat de millorar i avançar en el seu corpus de coneixement. Aquesta tesi que

presenta la validació d'un sistema de monitorització contínua del dolor representaria una millora considerable en les cures del nounat.

Durant els últims anys, la investigació sobre el dolor a pediatria ha resultat fonamental per a la millora de les cures als nens malalts, però encara persisteixen molts problemes. És necessari que el progrés de la investigació continuï per satisfer les necessitats dels nens i, especialment, als nascuts recentment.

El nounat malalt i/o prematur és un desafiament a l'esperit científic. Existeixen multitud de preguntes sense resposta perquè la neonatologia és una disciplina relativament emergent. La investigació en el camp de la neonatologia és individual i escassa per les nombroses dificultats que presenta: característiques dels pacients, recursos materials insuficients, manca d'estructures de suport, falta de motivació, falta de formació metodològica, dispersió dels professionals, etc.

La tecnologia informàtica avança ràpidament i les aplicacions al camp de la salut creixen exponencialment. La investigació que s'exposa a continuació s'anomena projecte APANICU 1.0 (Automatic Pain Assessment in Neonatal Intensive Care Units). Aquest projecte és un sistema intel·ligent per a valorar el dolor/desconfort dels nounats ingressats a les UCIN. Unitats d'altíssima tecnologia que han ajudat molts nadons a sobreviure i créixer, malgrat les circumstàncies difícils del seu naixement.

El prototip desenvolupat aprofita la revolució tecnològica en l'atenció a la salut, s'afavoreix de les tecnologies de la informació i la comunicació (e-salut i m-health) sent l'aprenentatge automàtic i la intel·ligència artificial els principals elements innovadors en l'intent d'avaluar el dolor en aquests infants.

A partir d'una idea infermera desenvolupada amb la col·laboració de l'enginyeria informàtica es pretén assegurar la valoració contínua del dolor i per tant, el benestar en aquests pacients extremadament vulnerables.

La següent tesi doctoral es distribueix en tres grans blocs:

El primer bloc fa referència a les escales de valoració del dolor multidimensionals més utilitzades internacionalment en el camp de la neonatologia. Una revisió sistemàtica que orienta el lector sobre els processos invasius més freqüents que s'empren en els nounats, com es valora el dolor i com aquest és tractat adequadament.

El segon bloc posiciona el lector sobre què pensen els professionals sanitaris respecte d'un sistema automàtic que pugui valorar el dolor als nadons hospitalitzats a través dels resultats d'una enquesta que es realitzà multicèntricament.

I per últim, el tercer gran bloc finalitza amb la investigació sobre el prototip APANICU 1.0. Com s'inicià el seu disseny, com s'anà desenvolupant i, finalment, com s'instal·là a la Unitat de Cures Intensives Neonatals de l'Hospital Universitari Joan XXIII de Tarragona (tercer nivell).

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
APANICU 1.0: SISTEMA AUTOMÀTIC PER A LA VALORACIÓ DEL DOLOR DELS NOUNATS INGRESSATS A LES  
UNITATS DE CURES INTENSIVES  
Josep Oriol Casanovas Marsal  
ISBN: 978-84-697-7365-9

## **2. RESUM / RESUMEN / ABSTRACT**

### **Introducció**

El dolor a les unitats de cures intensives neonatals és present pels nombrosos procediments diagnòstics i terapèutics que es realitzen. Patir dolor intens i continuat al principi de la vida pot provocar conseqüències al llarg de la vida. La primera mesura per tractar el dolor és la seva correcta avaluació. Existeixen escales de valoració del dolor al nounat que utilitzen únicament paràmetres conductuals i altres escales que utilitzen paràmetres fisiològicoconductuals. Aquestes escales s'anomenen multidimensionals.

Les escales desenvolupades posseeixen un component important de subjectivitat per al professional qui avalua. És mes, utilitzant una mateixa escala en un mateix pacient pot donar puntuacions diferents per als observadors humans.

L'aplicació de la intel·ligència artificial podria permetre la monitorització contínua i a temps real del dolor i integrar-lo com la cinquena constant vital. L'objectiu d'aquest estudi és dissenyar un sistema intel·ligent i automàtic per a valorar el dolor als nounats ingressats a les UCIN.

### **Material i mètode**

Projecte tecnològic, experimental i transversal. Es dissenyà un prototip que analitza els paràmetres conductuals i fisiològics del nadó que s'avaluen en les escales validades. Primerament, es realitzà una revisió bibliogràfica per tal de precisar quines eren les escales de valoració del dolor més utilitzades a nivell internacional i s'identificaren la Premature Infant Pain Profile (PIPP), la Neonatal Pain Agitation and Sedation Scale (N – PASS), la Neonatal Infant Pain Scale (NIPS) i la Crying Requires oxygen Increased vital signs, expression and sleepness (CRIES). Aquestes escales utilitzen per a la valoració del dolor paràmetres conductuals i fisiològics.

Segonament, es realitzà un qüestionari d'opinió als professionals sanitaris per saber què pensaven sobre un sistema automàtic de

valoració del dolor al nounat. Aquest qüestionari estructurat s'envià a diferents organitzacions nacionals i internacionals. S'obtingueren 133 respostes: un 66.2% considera que el dolor només s'avalua segons l'estat del nounat, un 42.9% que el dolor només s'avalua correctament en ocasions, el 28.8% que el dolor s'avalua a criteri personal, i un 93.2% considera que seria útil que el dolor es mostrés amb una xifra al panell del monitor de constants vitals.

Per a la creació del prototip, la intel·ligència artificial capta els paràmetres conductuals del nadó i estableix una puntuació segons paràmetres de PIPP i SGB (escala d'ús al centre on es realitzà l'estudi). El paràmetres fisiològics s'extreuen de la monitorització de constants vitals. A través d'una interfície, ambdues variables s'agrupen i s'emet una puntuació del dolor que apareix al monitor estàndard de constants vitals.

Es realitzaren 11 mesures a nounats amb edats compreses entre les 25 i les 42 setmanes de gestació; ingressats a les UCIN de l'Hospital Universitari Joan XXIII de Tarragona. Per a l'avaluació humana (observador A i B) del dolor s'utilitzaren les escales PIPP i SGB. El coeficient de correlació de Spearman s'utilitzà per a la validació del prototip. Per a l'anàlisi de la variança i la comparació de mitjanes s'utilitzà la prova ANOVA.

## **Resultats**

Mostra  $n=11$ . Edat gestacional  $32.00\pm 7.23$  setmanes; pes  $2046.50\pm 1409.27$  grams. El 63.6% de la mostra fou femenina ( $n=7$ ). Dolor observador A en PIPP:  $2.6\pm 1.4$ , en SGB:  $2.4\pm 1.3$ . Dolor observador B en PIPP:  $2.9\pm 1.4$ , en SGB:  $2.2\pm 1.5$ . Dolor prototip APANICU 1.0:  $1.55\pm 0.69$ . ANOVA entre PIPP- APANICU 1.0 (observador A i B):  $F=3.62$  ( $p=0.03$ ). Mitjana de valor SGB - prototip (observador A i B) va ser  $F=2.99$  ( $p=0.06$ ).

## **Conclusió**

Existeix una gran variabilitat d'escales de valoració del dolor del nounat, però la manca de protocols específics i estandarditzats fa que la índole de la unitat de cada centre hospitalari adopti l'escala que hagi escollit. Aquest fet crea una divergència i una manca de

consens entre la comunitat neonatal a l'hora d'avaluar el dolor d'aquests infants.

D'altra banda, més de la meitat dels professionals sanitaris consideren que el dolor s'avalua correctament en ocasions, o que no s'avalua correctament, cosa que pot anar en consonància amb la manca de formació dels professionals que les institucions sanitàries haurien de revertir. Tanmateix, la majoria d'aquest professionals afirmen que la valoració automàtica del dolor seria de gran utilitat, però es manté encara una certa desconfiança envers les possibilitats que la tecnologia informàtica pot oferir en l'actualitat.

Concloure que el disseny del prototip i la seva connexió es realitzaren amb èxit, malgrat que els valors calculats no es correlacionaren.

Com a línia futura d'investigació es proposa millorar el software a través de la creació d'una versió 2.0, si s'ajusta l'obtenció dels paràmetres conductuals i fisiològics, s'obtidrien resultats més propers a la realitat.



## **RESUMEN**

### **Introducción**

El dolor en las unidades de cuidados intensivos neonatales está presente por los numerosos procedimientos diagnósticos y terapéuticos que se realizan.

Padecer dolor intenso y continuado al principio de la vida puede producir consecuencias durante el resto de la misma. La primera medida para tratar el dolor es la correcta evaluación del mismo. Existen escalas de valoración del dolor del neonato que utilizan únicamente parámetros conductuales, y otras que utilizan parámetros fisiológico-conductuales. Estas escalas se denominan multidimensionales.

Las escalas desarrolladas poseen un componente importante de subjetividad del profesional que evalúa. Es más, utilizando una misma escala con un mismo paciente puede dar puntuaciones diferentes por los observadores humanos.

La aplicación del aprendizaje automático y la inteligencia artificial podría permitir la monitorización continua y a tiempo real del dolor e integrarlo como la quinta constante vital. El objetivo de este estudio es diseñar un sistema inteligente y automático para evaluar el dolor de los neonatos ingresados en las UCIN.

### **Material y método**

Proyecto tecnológico experimental i transversal. Se diseñó un prototipo que analiza los parámetros conductuales y fisiológicos del recién nacido que se valoran con las escalas ya validadas. Primeramente se realizó una revisión bibliográfica con el fin de identificar que escalas de valoración del dolor eran las más utilizadas a nivel internacional siendo la Premature Infant Pain Profile (PIPP), Neonatal Pain Agitation and Sedation Scale (N – PASS), Neonatal Infant Pain Scale (NIPS) y Crying Requires oxygen Increased vital signs, expression and sleepness (CRIES). Estas escalas utilizan para la valoración del dolor en el neonato parámetros conductuales y fisiológicos.

Segundamente, se realizó un cuestionario de opinión para los profesionales sanitarios con la finalidad de saber que pensaban sobre un sistema automático de valoración del dolor en el neonato. Este cuestionario estructurado se envió a diferentes organizaciones nacionales e internacionales.

Se obtuvieron 133 respuestas: un 66.2% considera que el dolor solo se valora según el estado del neonato, un 42.9% que el dolor solo se evalúa correctamente en ocasiones, el 28.8% que el dolor se valora a criterio personal y, un 93.2% considera que sería útil que el dolor se mostrase con una cifra en el panel del monitor de constantes vitales.

Para la creación del prototipo, el aprendizaje automático a través de la inteligencia artificial capta los parámetros conductuales del neonato estableciendo una puntuación según parámetros de PIPP y Susan Givens Bell - SGB (escala de uso en el centro dónde se realizó el estudio). Los parámetros fisiológicos se extrajeron de la monitorización de constantes vitales. A través de una interface, ambas variables se agrupan emitiendo una puntuación del dolor que aparece en el monitor de estándar de constantes vitales.

Se realizaron 11 medidas en neonatos con edades comprendidas entre 25 a 42 semanas de gestación; ingresados en la UCIN del Hospital Universitario Joan XXIII de Tarragona. Para la valoración humana (observador A y B) del dolor se utilizaron las escalas PIPP y SGB. El coeficiente de correlación se utilizó para la validación del prototipo. Para el análisis de la varianza y la comparación de medias se utilizó la prueba ANOVA.

## **Resultados**

Muestra  $n=11$ . Edad gestacional  $32.00\pm 7.23$  semanas; peso  $2046.50\pm 1409.27$  gramos. El 63.6% de la muestra fue femenina ( $n=7$ ). Dolor observador A en PIPP:  $2.6\pm 1.4$ , en SGB:  $2.4\pm 1.3$ . Dolor observador B en PIPP:  $2.9\pm 1.4$ , en SGB:  $2.2\pm 1.5$ . Dolor APANICU 1.0:  $1.55\pm 0.69$ . ANOVA entre PIPP - APANICU 1.0: (observador A y B):  $F=3.62$  ( $p=0.03$ ). Media de valor SGB - APANICU 1.0 (observador A y B):  $F=2.99$  ( $p=0.06$ ).

## **Conclusión**

Existe una gran variabilidad de escalas de valoración del dolor del neonato, pero la falta de protocolos específicos y estandarizados hace que cada unidad de cada centro hospitalario adopte la escala que escoja. Este hecho crea una divergencia y una falta de consenso entre la comunidad neonatal a la hora de valorar el dolor en estos niños.

Cabe decir que más de la mitad de los profesionales sanitarios consideran que el dolor sólo se evalúa correctamente en ocasiones que no se está valorando correctamente. Este hecho va en consonancia por la falta de formación que tendrían que proporcionar las instituciones sanitarias a sus profesionales. Así mismo, la mayoría de estos profesionales afirman que la valoración automática del dolor sería de gran utilidad pero se establece duda por desconocer las posibilidades que la tecnología informática puede ofrecer en la actualidad.

Concluir que el diseño del prototipo y su conexión se realizó con éxito pero los valores calculados no se correlacionaron.

Como línea futura de investigación se propone mejorar el software creando una versión 2.0 ajustando la obtención de los parámetros conductuales y fisiológicos obteniendo así unos resultados más próximos a la realidad.

## **ABSTRACT**

### **Introduction**

Due to a variety of diagnostic and therapeutic procedures, patients in Intensive Care Units (ICUs) suffer from pain. Large periods of pain in the initial stages of life (especially neonates) can entail lifelong consequences. The first step to treat pain is its very assessment. There is a variety of pain assessment scales for neonates, some of them only consider behavioural parameters and some others are based on both physiological and behavioural parameters. These are known as multidimensional scales.

The application of well-known scales has some inherent subjectivity, by the practitioner who is responsible for assessing the pain. Notwithstanding, the result of applying the same scale to the same person by two different observers can result in different values.

The application of artificial intelligence could allow the pain to be monitored continuously and in real time and, hence, it could be considered as the 5th vital sign. The goal of this thesis is to design and apply an automatic and intelligent system to measure the pain suffered by neonates in the ICU.

### **Materials and methods**

This is a technological, experimental and transversal project. A prototype was designed, which analyses both behavioural and physiological parameters of the neonate aiming at being assessed using validated scales. First, the literature was reviewed, so as to know which are the most utilised scales: Premature Infant Pain Profile (PIPP), Neonatal Pain Agitation and Sedation Scale (N – PASS), Neonatal Infant Pain Scale (NIPS) and Crying Requires oxygen Increased vital signs, expression and sleepless (CRIES). These scales use behavioural and physiological parameters.

Second a questionnaire was conducted aiming at gathering opinions about our proposal between practitioners. It was sent to national and international organizations. 133 answers were

obtained: a 66.2% considers that pain is only assessed according to the state of the neonate; a 43.9% considers that pain is sometimes correctly assessed, a 28.8% considers that pain is assessed as a personal criterion and a 93.2% considers that it would be useful if pain was shown on a vital signs display.

For the prototype creation, artificial intelligence gathers behavioural parameters, and assigns specific grades following PIPP and SGB scales (assessment scale used in the centre in which the study took place). Physiological parameters are obtained from the bedside monitoring system. By means of an interface, both values are aggregated so as to obtain a grade for the pain, that is showed on the vital sign display.

11 measures were conducted to neonates in the age between 25 and 42 weeks of gestation, hospitalised in the neonatal ICU of Hospital Joan XXIII in Tarragona. For the human observation (observers A and B) of the pain, scales PIPP and SGB were used. The Spearman correlation coefficient was used for the validation of the prototype. For the analysis of the variance and comparison of averages, the ANOVA test was used.

## Results

Sample  $n=11$ . Gestational age  $32.00\pm 7.23$  weeks; weight  $2046.50\pm 1409.27$  grams. The 63.6% of the sample were girls ( $n=7$ ). Observed A pain in PIPP:  $2.6\pm 1.4$ , in SGB:  $2.4\pm 1.3$ . Observed B pain:  $2.9\pm 1.4$ , in SGB:  $2.2\pm 1.5$ . Pain assessed by the APANICU 1.0:  $1.55\pm 0.69$ . ANOVA between PIPP - APANICU 1.0 (observer A and B):  $F=3.62$  ( $p=0.03$ ). Average value SGB - APANICU 1.0 (observer A and B):  $F=2.99$  ( $p=0.06$ ).

## Conclusion

There is a great variety of scales for pain assessment of neonates, but the lack of specific and standardised protocols entails that each unit in each hospital adapts to the scale that has been adopted. This fact creates a divergence and a lack of consensus between the community when addressing pain assessment for these infants.

Moreover, more than a half of the practitioners consider that pain is correctly assessed sometimes or it is not well evaluated. This fact can be related to the lack of training that health institutions should provide to their professionals. However, most of these professionals state that automatic assessment of pain could be useful but there might still be some regrets because of the ignorance about what can computer technology offer.

As a conclusion, the development of the prototype and its connection were successful, but obtained values are not correlated.

As a future research line, we propose to work on obtaining a 2.0 version of the prototype, focusing on the values obtained, and improving the detection of behavioural parameters.

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
APANICU 1.0: SISTEMA AUTOMÀTIC PER A LA VALORACIÓ DEL DOLOR DELS NOUNATS INGRESSATS A LES  
UNITATS DE CURES INTENSIVES  
Josep Oriol Casanovas Marsal  
ISBN: 978-84-697-7365-9

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
APANICU 1.0: SISTEMA AUTOMÀTIC PER A LA VALORACIÓ DEL DOLOR DELS NOUNATS INGRESSATS A LES  
UNITATS DE CURES INTENSIVES  
Josep Oriol Casanovas Marsal  
ISBN: 978-84-697-7365-9

## **1A PART. MARC TEÒRIC**



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
APANICU 1.0: SISTEMA AUTOMÀTIC PER A LA VALORACIÓ DEL DOLOR DELS NOUNATS INGRESSATS A LES  
UNITATS DE CURES INTENSIVES  
Josep Oriol Casanovas Marsal  
ISBN: 978-84-697-7365-9

### 3. INTRODUCCIÓ

#### 3.1. Un recorregut a través de la història: concepte, teories i tractament del dolor

En llatí, la paraula *dolere*, és entesa com el sofriment, com a dolor.

I és així com a la mitologia grega es representa en una inspiració espiritual, el *daimon de l'algos*, personatge que personifica el dolor i la pena no solament en la vessant física sinó que també en l'emocional.

El dolor sempre ha estat un repte per a l'ésser humà enfrontat al seu concepte, què significava, i la resposta en sí de quina era la millor mesura per fer-hi front.

Al llarg de la història, el dolor s'ha entrelaçat entre la cultura i els esdeveniments màgicoreligiosos fins als descobriments que es realitzaren als segles XIX i XX (Krivoy, Tabasca, Adelaide, & Díaz, 2010).

A les societats primitives, el dolor, que provenia d'un origen intern, era aquell al qual s'atribuïa un significat místic o religiós, on el principal concepte era la infracció d'un tabú, la pèrdua de l'ànima o un encanteri. Si el dolor provenia d'un procés d'emmalaltir, es recorria al xaman que, a la vegada, actuava de sacerdot i vident.

En el període neolític (4000 a.C) l'home lluitava contra del dolor físic amb plantes, sang d'animals o amb l'aplicació de fred i calor (Krivoy et al., 2010).

A la zona de Sumèria, el tractament del dolor ja es va iniciar amb l'ús d'opi extret de la planta hulgil (Krivoy et al., 2010; Pérez-Cajaraville, Abejón, Ortiz, & Pérez, 2005).

En les civilitzacions localitzades a la Mesopotàmia (3000 a.C) el dolor era conseqüència del dimoni i per tal d'alliberar-lo es realitzaven perforacions cranials amb un trepant i obtenien una disminució de la temperatura cranial. Existeixen referències al Codi d'Hammurabi de la civilització accàdia sobre aquest mètode

emprat. D'altra banda, l'asú era la persona responsable qui realitzava els exorcismes (utilitzava les fulles de murta precursors de l'àcid acetil-salicílic). Els sirians foren una altra civilització que utilitzaven un mètode que denominaren anestèsic, i consistia en la compressió sobre les artèries caròtides a nivell del coll per tal d'induir un coma a la persona per a practicar-li la circumcisió (Krivoy et al., 2010; Pérez-Cajaraville et al., 2005).

En les societats indígenes americanes (entre els anys 400 i 700 a.C), els inques peruans utilitzaven la fulla de coca com a regal del Déu del Sol, Manco Capac, per a tot el patiment humà. Es realitzaven paquets de coca amb cendra, saliva i calç i s'aplicaven sobre la ferida.. Aquesta tècnica fou la primera considerada com a anestèsia local (Pérez-Cajaraville et al., 2005).

Els araucans, el poble que actualment es situa a Xile, utilitzava per a l'anestèsia les flors de la maia. Una planta, el principi actiu de la qual és l'escopolamina acompanyada d'hiosciamina i atropina. Els maies, similarmet utilitzaven estramoni (quantitats d'atropina i escopolamina) per al part. S'associava el dolor com a sinònim de mort (Pérez-Cajaraville et al., 2005).

A l'Índia amb la religió majoritària, l'hinduisme (2000 a.C), es creia que el dolor era una fletxa disparada pels déus a causa d'un esgotament espiritual i material induït pel pecat. S'atribueix al cor com el centre de les sensacions (Fernández-Torres, Márquez, & de las Mulas, 1999). Posteriorment, en aquesta regió també es practicà el budisme (500 a.C), religió que adopta el concepte de dolor com una frustració dels desigs; per aquest motiu, la doctrina budista en la seva essència recomana seguir les quatre nobles veritats amb el camí de les vuit passes (Fernández-Torres, Márquez, et al., 1999; Pérez-Cajaraville et al., 2005).

En la medicina tradicional xinesa (2800 a.C) l'ésser humà té dues forces oposades i en equilibri; aquestes són el yin i el yan. El Yin representa la força femenina, passiva, negativa, la terra, el repòs, la foscor, el fred, la humitat i la debilitat. El Yan representa la força masculina, positiva, activa, el cel, el moviment, la llum, el calor, la sequedat i la duresa. Quan aquestes dues forces es desequilibren

apareix el dolor i el procés d'emmalaltir. La cura d'aquest dolor es realitzava amb l'administració de hatxís, realitzant acupuntura o emprant la moxibustió (Fernández-Torres, Márquez, et al., 1999; Krivoy et al., 2010; Pérez-Cajaraville et al., 2005).

La civilització egípcia ideava el dolor com l'entrada d'esperits malignes o per la influència dels seus déus. Els egipcis es consideren els pioners en l'escriptura de la patogènesi i per a combatre el dolor utilitzaven cànnabis, mandràgora i opi per a les cefalees (Fernández-Torres, Márquez, et al., 1999; Krivoy et al., 2010; Pérez-Cajaraville et al., 2005).

A l'Antiga Grècia és on es varen aconseguir els avenços més importants d'aquella època en relació a la percepció del dolor. Primerament, cal destacar que a l'inici del segle VII a. C el dolor era concebut com un càstig dels déus però, alhora, també com un procés biològic que succeïa en l'interior de l'organisme (Krivoy et al., 2010). Malgrat aquestes creences, amb la naixença de l'època hipocràtica, Hipòcrates va discernir i va concloure que el dolor era un símptoma d'un procés biològic, i que a través d'ell es podia concretar la seva localització, intensitat i irradiació com a mètode d'ajuda per un diagnòstic. Paral·lelament, Pitàgores considerava que el dolor i el patiment eren necessaris per al desenvolupament de l'autocontrol i la disciplina (Fernández-Torres, Márquez, et al., 1999). Empèdocles i l'escola aristotèlica s'oposaven a la teoria de Pitàgores, ja que consideraven que el centre vital el constituïa el cor a través dels quatre elements del cosmos (aire, terra, aigua i foc) formaven els quatre humors de la salut basant-se en l'equilibri entre la sang, la flema, la bilis groga i la bilis negra (Krivoy et al., 2010).

Contra aquesta idea que també era seguida per Plató que a banda del cor tenia el fetge com a centre de les sensacions, Alcmeó revolucionà la teoria en demostrar que tota sensació i raó es deduïa del cervell.

Posteriorment, Heròfil i Eristrat (250 – 310 a.C) a través de disseccions anatòmiques van descriure els nervis, el cerebel, el cervell i les capes meninges com a vehicle de les sensacions.

També va distingir la diferència entre artèries i venes conjuntament amb el descobriment de la medulla espinal i els parells cranials (Fernández-Torres, Márquez, et al., 1999).

Tot i aquests pensaments antagònics, el tractament del dolor es realitzava mitjançant l'esponja somnífera, una esponja de mar impregnada amb una preparació d'opi, escopolamina i mandràgora o com senyala Hipòcrates la utilització de salze blanc, precursor de l'àcid acetil-salicílic per alleugerir les dolències del part (Krivoy et al., 2010).

A Roma, Cels (25 a.C – 40 d.C) va acceptar les teories d'Heròfil i Eristrat i va associar el concepte de dolor a la inflamació en base als quatre signes clàssics o cardinals (rubor, dolor, calor i tumor) (Krivoy et al., 2010). Així que va descriure els símptomes de la migranya i per altre banda utilitzava les fulles de saüc blanc per tractar els prolapses uterins (Fernández-Torres, Márquez, et al., 1999; Krivoy et al., 2010; Pérez-Cajaraville et al., 2005)

En les colònies gregues de l'Àsia menor, Galè (130 – 200 d.C) nega rotundament l'existència de malalties d'origen diví, va realitzar estudis sobre fisiologia sensorial i va distingir i concloure dos tipus de nervis: els sensitius i els motors (Fernández-Torres, Márquez, et al., 1999) a causa de les ferides que sofrien els gladiadors en què utilitzava fulles de plantes com apòsits per a úlceres i ferides obertes. Amb Galè neix la polifarmàcia (Pérez-Cajaraville et al., 2005).

Un dels exponents més rellevants de la medicina islàmica fou Avicenna (980 d.C – 1037 d.C) que va escriure un tractat anomenat el Cànon de la Medicina en el qual va ressaltar l'anatomia dels receptors dolorosos al ventricle anterior. En el corrent islàmic es feia front al dolor amb l'ús d'opi.

Durant l'edat mitjana no es realitzaren diversos avenços en el tractament del dolor a causa de la caiguda de l'Imperi Romà i les diverses epidèmies que afectaren a la societat (Fernández-Torres, Márquez, et al., 1999) i és en aquest punt en què el cristianisme adopta el discurs que el dolor ja sigui per malaltia o autoinflingit és

grat de Déu, és una prova que l'ésser humà ha de superar. Però malgrat aquesta regressió que realitza el cristianisme en el concepte de dolor sorgeixen nous corrents ideològics en l'època del Renaixement. Cal destacar Paracels (1540) que va descobrir que l'àcid sulfúric mesclat amb èter sulfúric provocava que les aus caiguessin en un son profund. Leonardo da Vinci accepta la sensació dolorosa relacionada amb la sensibilitat tàctil però accepta que es transmesa pels nervis (Fernández-Torres, Márquez, et al., 1999). Ambrosio Paré aplica la crioanalgesia a la zona operatòria com a anestèsia (Pérez-Cajaraville et al., 2005), però no solament la crioanalgesia era l'únic tractament que s'utilitzava en anestèsia, l'arquitecte anglès Christopher Wren i Daniel J. Mayor van utilitzar les primeres infusions pal·liatives intravenoses, tècnica que es repetia amb un canó de ploma per injectar opi intravenós. En aquesta època s'inicia l'anestèsia intravenosa (Fernández-Torres, Márquez, et al., 1999; Krivoy et al., 2010; Pérez-Cajaraville et al., 2005)

René Descartes situa el *sensorium commune* (el punt convergent de totes les sensacions) a la glàndula pineal per la seva centralitat del cervell (Fernández-Torres, Márquez, et al., 1999).

Durant la il·lustració Willis, Borelli i Malpighi van fer progressar l'anatomia i la fisiologia del sistema nerviós central. Per altra part, es creà el concepte de simpatia, que significa que un òrgan afectat pot provocar dolor en una altra part del cos (Fernández-Torres, Márquez, et al., 1999).

Paral·lelament en aquesta època sorgiren tres teories basades en el concepte de l'home, la malaltia i el dolor.

La primera teoria fou la mecanicista, encapçalada pels seus representants més importants Herman Boerhaave i Friedrich Hoffman. Aquesta adoptava el principal concepte: que el dolor s'explicava en termes de distensió o separació de fibres o com alteració per excés o defecte dels humors (Krivoy et al., 2010).

La següent teoria fou la de l'animisme formulada per Stahl que explicava el concepte de dolor des de dues vessants. La vessant

en què és passiu i l'altre vessant en què és purament mecànic. Els vitalistes van adoptar el concepte que la sensibilitat és la base de la unitat psicofísica de l'home i que es concentra fonamentalment en el cap, cor i estómac (Fernández-Torres, Márquez, et al., 1999; Krivoy et al., 2010; Pérez-Cajaraville et al., 2005)

En aquesta època cal distingir Albert von Haller qui va elaborar la teoria neurològica de la sensibilitat, en distingir la irritabilitat de la fibra muscular i l'excitabilitat de la fibra nerviosa (Krivoy et al., 2010). Altrament a aquests descobriments, es van realitzant proves amb gasos possiblement anestèsics, com l'òxid nítrós (Pérez-Cajaraville et al., 2005).

Al segle XIX va sorgir la fisiologia com una ciència experimental independent, cosa que va garantir la investigació científica i, particularment, la del dolor. Foren nombrosos els avenços que es realitzaren en el tractament del dolor, tals com els de Lussac amb l'aparició de la morfina, Williamson amb l'extirpació d'un tumor al coll després d'adormir-lo amb èter, etc., entre d'altres també es destaca, tal com s'ha introduït anteriorment, l'ús de l'òxid nítrós i monòxid de carboni (Krivoy et al., 2010).

A mesura que hi ha avenç farmacològic per al tractament del dolor, sorgeixen dos corrents ideològics durant aquest segle. La teoria de l'especificitat (sensorial) i la teoria intensiva (sumació) (Fernández-Torres, Márquez-Espinós, & De las Mulas, 1999).

La teoria de l'especificitat percep el dolor com una sensació específica independent del tacte. Accepta els receptors dolorosos, les seves vies de transmissió o els centres nerviosos. Plantejament iniciat per Galè, Avicenna i Descartes (Fernández-Torres, Márquez-Espinós, et al., 1999; Krivoy et al., 2010)

La teoria intensiva és aquella suscitada prèviament per l'escola aristotèlica i, amb ella, el seu principal referent, Aristòtil, teoria que concebia que el dolor era un estímul excessiu del tacte, recolzada per Darwin (Fernández-Torres, Márquez-Espinós, et al., 1999; Krivoy et al., 2010).

Els descobriments que es continuaren en aquest segle foren els de Johannes Muller amb la publicació del seu manual de fisiologia: el mecanisme sensorial amb deu lleis.

Durant les dècades dels anys 50 i 60 del segle XX es planteja una base anatòmica dels corpuscles de Paccini, receptors de la sensació de pressió, i els de Meissner i Wagner amb funcions del tacte (Fernández-Torres, Márquez-Espinós, et al., 1999).

J.H.S Beau va establir que la sensació tàctil es transmet més ràpidament que el dolor i va descriure dos tipus de transmissió: un de directe, del tacte i l'altre successivament ascendent i descendent per al dolor (Fernández-Torres, Márquez-Espinós, et al., 1999). Malgrat els conceptes fonamentats sobre el tactisme o el sensorisme, Brown – Séquard va realitzar un descobriment a través de disseccions anatòmiques sobre la medul·la espinal i la seva transmissió creuada i va concloure que les sensacions com el tacte, el pessigolleig, el dolor, la temperatura i la contracció es transmetien per feixos nerviosos independents (Fernández-Torres, Márquez-Espinós, et al., 1999).

A finals d'aquest segle amb la controvèrsia de les teories envers el dolor, Sherrington les unifica i estableix que el dolor estava compost per a dues dimensions: la sensorial i l'afectiva conjuntament amb la classificació dels estímuls propioceptius (procedents de músculs, tendons, articulacions i vasos sanguinis), exteroceptius (receptors cutanis) i interoceptius (sentit visceral) (Fernández-Torres, Márquez-Espinós, et al., 1999).

En conseqüència, de les discrepàncies del dolor que hi hagué a finals del segle XIX, es pot observar com en el segle XX augmentà la inquietud per resoldre el dolor i el seu tractament, És així com Schlooser (1900) practica la fenolització dels nervis perifèrics com analgèsia (Krivoy et al., 2010) o Fidel Pagés proposa bloqueigs peridurals lumbar. Aquests, juntament amb Leriche (1939) són els pioners del tractament del dolor i es publica la idea de dolor crònic com a malaltia (Krivoy et al., 2010).



Als Estats Units proliferen les clíniques de bloqueigs nerviosos, però van ser Bonica i Alexander (1953) qui varen plantejar la dificultat del tractament del dolor i poder-ho fer en equip. Amb aquesta idea es publicà el llibre “Management of Pain” i es creà a la Universitat de Washington la primera clínica del dolor i, posteriorment, la International Association for the Study of Pain (IASP) (Krivoy et al., 2010).

Paral·lelament, s’acceptà l’existència de receptors perifèrics específics i el tracte espinotalàmic anterolateral com a via principal de la transmissió de l’impuls dolorós (Fernández-Torres, Márquez-Espinós, et al., 1999)

Durant la dècada del 1960 Melzack i Wall van innovar en la fisiologia del dolor i van descriure la teoria del control d’entrada, es va reconèixer el sistema nerviós com a modulador de la informació sensorial, les sinapsis primàries; s’especificaren les vies nervioses del dolor i es distingí entre sistema nerviós central i sistema nerviós perifèric. (Krivoy et al., 2010).

Finalment, en la dècada del 1980 es publicà la primera revista en castellà sobre dolor, 10 anys més tard es creà la Sociedad Española del Dolor, títol espanyol de la IASP i posteriorment s’edità la Revista de la Sociedad Española del Dolor (Krivoy et al., 2010).

### **3.2. El dolor i les seves manifestacions**

Segons la International Association for the Study of Pain, el dolor es defineix com: “[...] *una experiència sensorial i emocional desagradable, associada a un dany tissular real o potencial, o enumerada en termes d’aquest dany [...]*”(IASP pain terminology, 1994) En el cas dels nens, mancats de parla, la manifestació dolorosa es produirà amb plor perllongat i altres característiques com la posició corporal que adopten.

El dolor es classifica en cinc dimensions: la fisiològica, la sensorial, l’afectiva, la conductual i la cognitiva (Ersek & Poe, 2004).

La dimensió sensorial serà aquella en què s'emfatitzarà més perquè és l'aplicació de l'estímul dolorós que, posteriorment, causa un nivell d'estrès. Els elements sensorials del dolor comprenen un patró, una àrea, una intensitat i una naturalesa.

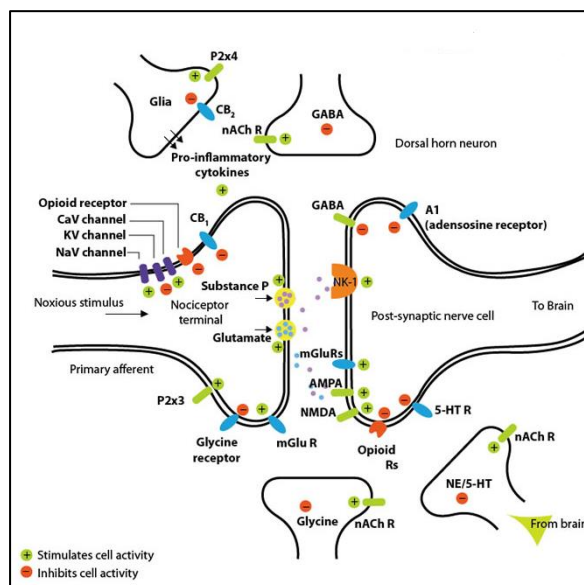
### 3.3. Fisiologia del dolor

El sistema del dolor és similar a altres sistemes sensorials. El mecanisme que es desenvolupa quan es percep dolor es classifica en: transducció, transmissió, percepció i modulació.

#### Transducció (neurona de la primera ordre)

Quan es produeix un estímul nociu, el dany causat estableix una resposta bioquímica a una resposta nerviosa.

En la vessant bioquímica, qualsevol lesió i inflamació produeix l'alliberació de substàncies al medi extracel·lular, tals com les prostaglandines, la histamina, la serotonina, els leucotriens, les bradicinines, la substància P i la substància lenta de l'anafilaxi (SRL – A) (Ersek & Poe, 2004).



Il·lustració 1. Pain pathway. Font: Pain management. University of Wisconsin. Disponible a: [http://projects.hsl.wisc.edu/GME/PainManagement/painInteractive/\\_images/fullSize\\_synapticTransmission.jpg](http://projects.hsl.wisc.edu/GME/PainManagement/painInteractive/_images/fullSize_synapticTransmission.jpg)

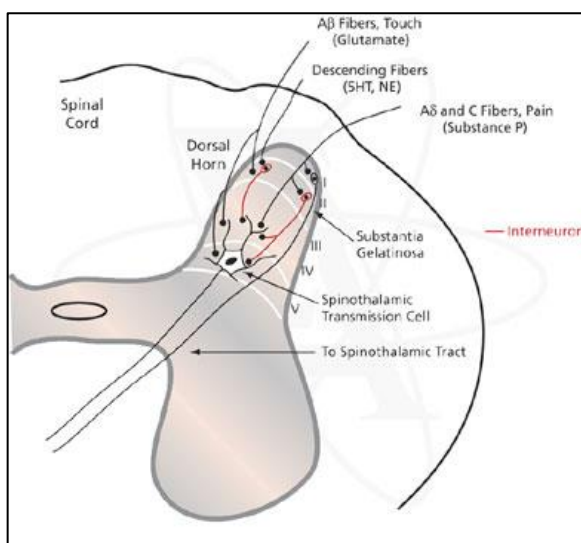
Aquestes substàncies pertanyents a la cascada de l'àcid araquidònic, són metabolitzades per les enzimes ciclooxigenasa i lipoxigenasa

Les cèl·lules nervioses tenen uns receptors perifèrics anomenats nociceptors i que es classifiquen segons les seves fibres.

Les fibres  $\delta A$  (alfa, beta, gamma i delta), que són mielíniques (estructura de la neurona composta de proteïna i àcids grassos que acceleren l'impuls nerviós), transmeten l'estímul nociu a uns 20 m/s i responen a estímuls tèrmics i mecànics gràcies al receptor vanilloide (VR – 1 o TRPV1) . Les fibres  $\delta B$  també són mielíniques, i les fibres  $\delta C$  que són amielíniques, transmeten l'impuls nociu a 2 m/s i es despolaritzen amb estímuls de pressió, estímuls de temperatura i estímuls químics (Armero et al., 2004; Heavner & Willis, 2002).

### Transmissió (neurona de la segona ordre)

La transmissió nociocèptora té com a finalitat enviar la informació nociva fins als axons aferents primaris situats als ganglis espinals de la medul·la i als ganglis sensitius dels nervis cranials V, VII, IX, X.



Cada axó aferent primari finalitza amb un patró d'organització

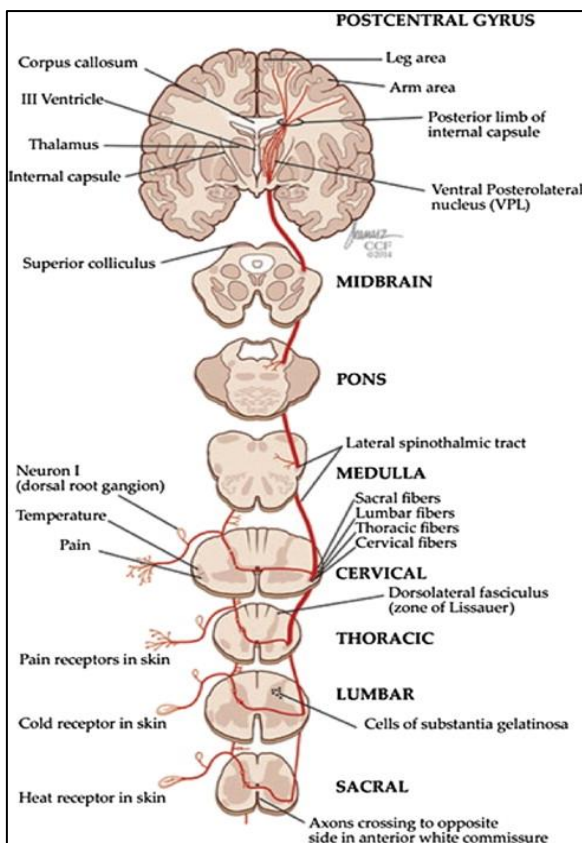
Il·lustració 2. The circuit of the gate – control theory of pain perception. Font: Pain amangement concept of patient with lumbar spine intervertebral. Disponible a: <http://aiu.edu/publications/student/english/imgs/Pain-Management-concept.html>

citoarquitectònic de la substància gris de la medul·la espinal en les diferents làmines de Rexed. Les làmines de la I a la VI es situen a la banya posterior, les làmines de la VII a la IX es situen a la regió intermitja i la làmina X envolta el canal central.

L'estímul dolorós procedent de la pell finalitza a les làmines I, II, i V de la banya dorsal, i el que procedeix de les vísceres, músculs i teixits profunds acaben a les làmines I, V i X.

Conseqüentment, l'estímul ascendeix per la via espinal a través del:

- Tracte espinotalàmic: situat anterolateralment a la substància blanca de la medulla espinal i ascendeix fins al tàlem, formació reticular, nucli magne de la rafe i substància gris pericueductal. Aquest es divideix en tracte anterior i medial. El tracte anterior alertarà de la localització, la intensitat i la duració del dolor i el tracte medial alertarà de les sensacions desagradables del dolor.



Il·lustració 3. Pain and temperature transmission from receptors in the skin ascend. Font: Basic Anatomy and Physiology of Pain Pathways. Disponible a: <http://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S1042368014000576-gr1.jpg>

- Tracte espinal reticular.
- Tracte espinal mesencefàlic.
- Tracte de la columna dorsal postsinàptica.

Aquests últims tractes es consideren vies alternatives en la transmissió del dolor (Vidal, Calderón, Martínez, González, & Torres, 2005).

Tota aquesta seqüència de fenòmens lineals perquè es transmeti l'estímul nociu s'executa perquè a l'estructura entre el nociceptor – neurona – canal medul·lar – tàlam es produeix un potencial d'acció. La neurona, en el seu estat basal, té un potencial de membrana en repòs de -40 a -90 mV. Els potencials d'acció del receptor, quan reben un estímul, s'activen i es despolaritzen. La despolarització és la resposta elèctrica entre l'intercanvi d'ions a través dels canals iònics de la membrana cel·lular. El principal ió involucrat és el  $K^+$ . És a partir d'aquest fet que la neurona presenta la sinapsi i, així mateix, la transmissió de l'impuls nociu.

### **Percepció**

Succeeix quan el dolor és reconegut, definit i respost pel ser que l'experimenta. A l'encèfal el senyal és percebut com a dolor.

### **Modulació**

Aquesta fase comporta l'activació de les vies descendent que exerceixen com efecte inhibitori o efecte facilitador de l'estímul nociu.

- A nivell perifèric l'estímul dolorós s'inhibeix quan s'interromp l'alliberament de la substància ciclooxygenasa i s'amplia quan s'alliberen prostaglandines, troboxan i leucotriens.
- A nivell central, s'inhibeix quan s'activen els receptors GABA, alfa – 2 adrenèrgics, serotoninèrgics i opiacis. S'amplia quan s'activa el receptor NMDA.

Segons Selye (Selye, 1956) el dolor causa estrès i aquest té com a denominació final la síndrome general d'adaptació (SGA) que consta de tres fases:

- La primera fase o de reacció d'alarma és aquella en què l'individu percep l'estrès i s'inicia una resposta de lluita o fugida.

Els signes objectius d'aquesta fase són els propis dels de l'estimulació del sistema nerviós simpàtic. Hipertensió arterial (H.T.A), augment de la freqüència cardíaca (F.C) i respiratòria (F.R), oligúria, hiperglicèmia, disminució del peristaltisme, dilatació pupil·lar i transpiració augmentada. En algunes ocasions, també, es poden manifestar signes com l'augment d'angoixa, nàusees i anorèxia.

- La segona fase o de resistència és aquella en què l'individu presenta una adaptació al nivell d'estrès a què s'ha vist sotmès. No es presenten manifestacions clíniques diferents en comparativa a les de la fase anteriorment descrita.
- Finalment, la tercera fase o d'extenuació és l'últim estadi del SGA. Normalment, esdevé quan s'ha esgotat tota l'energia per a l'adaptació.

### 3.4. Característiques especials del dolor dels infants

Històricament, la creença era que els nounats percebien menys dolor que els adults, a causa de la falta de maduració durant el procés de mielinització del sistema nerviós central. No obstant això, aquestes afirmacions han canviat i han anat desapareixent ja que la mielina es produeix al medi uterí i una falta d'aquesta substància no s'atribueix al fet que l'impuls nerviós no es transmeti (Vitaliti et al., 2012).

Al fetus, els nociceptors es desenvolupen a la sisena setmana de gestació, les vies de transmissió del dolor estan presents a partir de la vint – i – quarrena setmana de gestació i la mielinització s'inicia a partir de la vintena setmana, i acaba a la trentena. La principal diferència entre un adult i un nounat és que el sistema inhibitori descendent és immadur fins al primer mes de vida (20 – 24 dies). Per tant, podem assegurar que el nadó **percep més dolor** com menys és la seva edat per la immaduresa del sistema

inhibitori i, així mateix, del sistema nerviós central (Narbona, Contreras, García, & Miras, 2008). S'han descrit respostes fisiològiques i conductuals del nounat en situacions de dolor i estrès que es poden quantificar com augment dels nivells plasmàtics de noradrenalina, adrenalina, cortisol i catecolamines (Beacham, 2004; Gibbins et al., 2008; Holsti, Grunau, Oberlander, Whitfield, & Weinberg, 2005; Ratynski, Cioni, Franck, Blanchard, & Sizun, 2002; L. Slater et al., 2012; Vitaliti et al., 2012).

A les UCIN es realitzen gran quantitat de procediments diagnòstics i terapèutics als nascuts recentment: puncions capil·lars, inserció de catèters perifèrics intravenosos, aspiracions nasofaríngies o nasotraqueals, immobilitzacions, etc. Processos que augmenten el dolor i l'estrès al nounat (Badr, 2013).

### **3.5. Respostes fisiològiques i conductuals del dolor als nounats**

Les respostes del dolor en l'infant s'han pogut descriure amb l'observació de manifestacions de plor, expressions facials, actitud, resposta motora corporal, taquicàrdia, taquipnea, hipertensió, hiperhidrosi, midriasi, pal·lidesa, tensió muscular, disminució de la saturació d'oxigen, hiperglucèmia, augment del cortisol, augment de les catecolamines, alliberació d'endorfines i aldosterona (Catelin, Tordjman, Morin, Oger, & Sizun, 2005; Selye, 1956).

La freqüència cardíaca (FC) humana es caracteritza per la baixa freqüència (0.01-0.05Hz), la mitja freqüència (0.05-0.2Hz) i l'alta freqüència (0.2-1Hz). Les dues primeres freqüències reflecteixen l'activitat simpàtica (encarregada de l'alliberació d'adrenalina) i parasimpàtica. L'alta freqüència mostra l'activitat parasimpàtica, exclusivament, i és l'encarregada d'alliberar acetilcolina per disminuir la FC durant les reaccions d'estrès i de dolor (Malarvili & Mesbah, 2009).

Existeix una controvèrsia entre si la FC augmenta prèviament o quan el nounat percep un PI. La FC és inversament proporcional a l'edat gestacional del nounat prematur per la immaduresa dels SNC i SNP. Davant d'un PI, el nadó respon amb taquicàrdia,

augment de la tensió arterial (TA) i disminució de la Sat.O<sub>2</sub> (Johnston, Stevens, Yang, & Horton, 1995; Lindh, Wiklund, Sandman, & Håkansson, 1997; Porter, Wolf, & Miller, 1999)

En relació a la Sat. O<sub>2</sub> existeixen divergències científiques. S'han publicat estudis on s'observa que la Sat. O<sub>2</sub> no disminuïa en realitzar un PI, però, sí que augmentaven els paràmetres de FC i els paràmetres conductuals (agitació de braços i cames del nounat, plor, fronziment del triangle nasogenià, etc.)(Johnston et al., 1999; Stevens et al., 2007; Taheri, Abbasi, & Fathizadeh, 2010).

Per contra, altres investigacions afirmen que la Sat. O<sub>2</sub> disminueix (de Jesus, Tristao, Storm, da Rocha, & Campos, 2011).

Tots els autors coincideixen en el fet que es produeixen canvis hemodinàmics amb respostes hemodinàmiques específiques al còrtex somatosensorial en els nens amb edat gestacional inferior a 35 setmanes (CV Bellieni, Tei, Coccina, & Buonocore, 2012).

L'aspecte que presenta major dificultat per a la valoració del dolor és la mesura dels paràmetres conductuals (PC). Des de la dècada dels anys vuitanta, els PC han estat subjecte d'estudi en els nounats, i més concretament, als nadons prematurs per valorar el dolor. Els PC més freqüents són: el plor, expressions facials, l'actitud, la resposta motora i corporal i els períodes de son (Rushforth & Levene, 1994).

L'expressió facial sembla ser un bon indicador del dolor (Ratynski et al., 2002). El moviment de cames i braços és una resposta d'estrès per activació del sistema nerviós autònom (SNA) i l'eix hipotalàmic – pituïtari – adrenal per a compensar-lo (Holsti et al., 2005).

El plor s'associa a l'augment d'activitat simpàtica i parasimpàtica al SNA (Gross, Fredrickson, & Levenson, 1994). La metodologia d'anàlisi del plor amb espectròmetre s'inicia a la dècada dels quaranta del segle passat (Sirviö & Michelsson, 1999). La mitjana de freqüència de plor de l'infant davant d'un PI varia entre 400 i 600 – 700 Hz. La freqüència del plor pot variar amb l'aplicació del



mètode cangur i pot establir-se entre 465 – 498 Hz (Runefors, Arnbjörnsson, Elander, & Michelsson, 2000).

S'han descrit associacions entre l'edat gestacional, el pes i el plor. A major edat gestacional i pes, menys plor quan es realitza un PI al nounat (Manfredi, Bocchi, Orlandi, Spaccaterra, & Donzelli, 2009; Michelsson, 1995). El plor també es pot veure modificat en funció de la patologia del nounat. Per exemple, en presència d'asfíxia neonatal, dany cerebral, hipoglucèmia, encefalitis, meningitis, hipotiroïdisme, síndrome de Down, defectes genètics diversos i anomalies orofaríngies s'observa que el plor o és de curta durada o al contrari, d'una durada excessiva. Altres factors a tenir en compte també són la hiperbilirubinèmia o el consum i abús de substàncies per part de la mare durant la gestació (Carwin, Lester, & Golub, 1996).

Atenent aquestes manifestacions s'han creat dos models o escales per a la mesura del dolor. Escales de valoració del dolor, les variables les quals es componen de paràmetres conductuals únicament i escales multidimensionals que inclouen paràmetres fisiològics i conductuals (Batton, Barrington, & Wallman, 2006)

### **3.6. Mètodes d'avaluació del dolor a pediatria**








L'avaluació del dolor és important com a part fonamental d'una anamnesi, tenint en compte el pacient, els factors relacionats i l'estat d'ànim de l'afectat. Existeixen factors importants per a l'atenció del dolor, ser professional de la salut (per l'adequada orientació), tenir temps (clau per obtenir la probable relació de causalitat) saber escoltar, examinar completament, i saber les causes, les característiques, la intensitat i l'hora de presentació. Posteriorment, s'ha de cercar l'eina més adequada segons edat i servei on s'està realitzant aquesta avaluació (Albarracín Cárdenas, 2007).

A finals de la dècada dels noranta la Joint Commission on Accreditation Health Care Organisation (JCAHO) va publicar els seus estàndards on va recomanar que la valoració del dolor fos

considerada com **la cinquena constant vital**, juntament amb la mesura de la TA, la FC, la FR – Sa.O<sub>2</sub> i la temperatura.

Aquesta valoració hauria d'estar protocol·litzada durant l'estança hospitalària del pacient. Posteriorment, el col·legi d'anestesisistes d' Austràlia i Nova Zelanda va publicar una declaració on conclouïa que el pacient té dret al reconeixement del seu dolor i que aquest ha de ser valorat i tractat adequadament (Cano & de Juan, 2006).

La Societat Espanyola de Pediatria Extrahospitalària i d'Atenció Primària (Gancedo García, Malmierca Sánchez, Hernández-Gancedo, & Reinoso Barbero, 2008) proposa la recerca d'instruments per avaluar el dolor i categoritza aquesta valoració en tres mètodes, que s'han d'aplicar segons les característiques dels nens (il·lustració 4).

1 mes-3 años: escala fisiológico-conductual**			> 3 años: escalas subjetivas	
Parámetro	Valoración	Puntos	Edad	Escalas
<b>TAS basal</b>	↑ < 20%	0	3-7 años	a) Dibujos faciales: 😊 0 😐 = 1-2 😞 5 😞 6-8 😞 = 9-10
	↑ 20-30%	1		
	↑ > 30%	2		
<b>Llanto</b>	Ausente	0	7-12 años	b) Escala de color: No dolor  Máximo dolor
	Consolable con palabras-caricias	1		
	No consolable	2		
<b>Actividad motora espontánea</b>	Dormido - Jugando - Tranquilo	0	7-12 años	a) Numérica: No dolor 0   2   5   8   10   Máximo dolor
	Moderada - Controlable	1		
	Intensa - Incontrolable	2		
<b>Expresión facial</b>	 	0	7-12 años	b) Analógica visual: No dolor  —————  Máximo dolor
	 	1		
	 	2		
<b>2-3 años Evaluación verbal</b>	No expresa dolor	0	> 12 años	c) Verbal: No dolor - Dolor leve - Dolor moderado - Dolor intenso - Dolor insoportable
	Incómodo - Duele sin localizar	1		
	Se queja y localiza dolor	2		
<b>&lt; 2 años Lenguaje corporal</b>	Dormido - Postura normal	0	> 12 años	a) Numérica: 0   2   5   8   10   b) Analógica visual:  —————  c) Verbal: No dolor - Dolor leve - Dolor moderado - Dolor intenso - Dolor insoportable
	Hipertonía-Miembros agarrotados	1		
	Protege o toca zona dolorosa	2		
<b>Puntuación: 0 = no dolor; 1-2: leve; 3-5: moderado; 6-8: intenso; 9-10: insoportable</b>				
<i>*1 mes-3 años: escalas conductuales; 3-7 años: escalas subjetivas cotejando con conductuales; &gt; 7 años: escalas subjetivas. Si en una determinada edad se duda de la valoración, pasar a un grupo de edad inferior. **Puede emplearse en pacientes no relajados, con nivel de consciencia disminuido o déficit neurológico.</i>				

Il·lustració 4. Avaluació del dolor a les diferents etapes pediàtriques. Font: Gancedo García et al. 2008

Mètodes conductuals: es basen en l'observació de la resposta del nen envers un estímul dolorós o nociu. Són útils a l'etapa preverbal i es manifesten a través del plor, crits, reflex i retirada del dolor amb el moviment de cames i braços.

		Puntos
Frecuencia cardiaca	Aumenta > 20%	0
	Aumenta > 30%	1
	Aumenta > 40%	2
Presión arterial	Aumento > 10%	0
	Aumento > 20%	1
	Aumento > 40%	2
Llanto	Sin llanto	0
	Llora pero responde a los mimos	1
	Llora y no responde a los mimos	2
Movimientos	Sin movimientos no habituales	0
	Está inquieto	1
	Está muy exaltado	2
Agitación	Permanece dormido	0
	Agitación leve	1
	Está histérico	2
Postura	Impasible	0
	Flexiona piernas y muslos	1
	Se agarra el sitio del dolor	2
Verbaliza el dolor	Permanece dormido	0
	No puede localizarlo	1
	Puede localizarlo	2

Il·lustració 5. Mètodes fisicoconductuals d'avaluació del dolor. Font: Gancedo García et al. 2008

Mètodes fisiològics: es basen en les diverses alteracions fisiològiques que experimenta l'infant per un augment del tònic simpàtic, que origina taquicàrdia, hipertensió arterial, augment del cabal cardíac, augment del consum d'oxigen al miocardi, disminució de la ventilació, elevació de les catecolamines, augment del cortisol, augment de la pressió intracranial, etc. (il·lustració 5).

Mètodes d'autoavaluació o d'autoinforme: són els més utilitzats, però sempre, a partir dels 4 anys d'edat. Aquests mètodes recullen un ampli nombre d'escala subjectives: escales analògiques, visuals, de color, etc. És difícil d'obtenir informació sobre les

diferents dimensions de la percepció del dolor a través de l'avaluació que puguin realitzar els pares o els professionals sanitaris, fet que és habitual haver de recórrer als autoinformes sempre que s'usi l'eina més adaptada a l'edat i característiques socioculturals del nen.

### **3.7. Avaluació del dolor a neonatologia**

Existeixen dificultats especials en la mesura del dolor del nounat a causa de la influència dels factors de desenvolupament i per la impossibilitat d'utilització dels mètodes d'autoinforme com avaluació objectiva del dolor (Batton et al., 2006). És difícil diferenciar quan un nounat expressa incomoditat o desconfort, sensació de gana, necessitat de companyia o dolor.

Un nounat quan ingressa a una UCIN està sotmès a uns processos invasius que, a vegades, es poden acompanyar amb l'aplicació de mesures analgèsiques o anestèsiques i, ocasionalment no (Akuma & Jordan, 2012). Aquesta submissió a processos invasius afavoreix l'estrès oxidatiu (augment d'àcid úric i malondialdeid en plasma) del nadó acabat de néixer (L. Slater et al., 2012).

Pels motius expressats anteriorment, per a l'avaluació del dolor als nounats, s'han creat tant a neonatologia com a pediatria, escales de valoració del dolor. Algunes utilitzen paràmetres conductuals, i d'altres, paràmetres fisiològicoconductuals. Existeixen més de quaranta escales publicades per a la valoració del dolor dels nounats (Cong, McGrath, Cusson, & Zhang, 2013).

S'anomenen paràmetres conductuals (PC) aquells paràmetres que fan referència al comportament corporal del nadó (plor, solc del triangle nasogenià, moviment de cames i braços, capacitat de consolació, etc.). Els paràmetres fisiològics comprenen la FC, FR, TA, i Sat. O<sub>2</sub>. Les escales més completes per a l'avaluació del dolor són les multidimensionals ja que integren les variables conductuals i fisiològiques, i en algun cas, fins i tot l'edat gestacional del nounat.

Les escales de major ús a les unitats de neonatologia són (González Fernández & Fernández Medina, 2012):

- *Escales que utilitzen paràmetres comportamentals:* Neonatal Facial Coding System (**NFCS**). Infant Body Coding System (**IBCS**). Neonatal Infant Pain Scale (**NIPS**). Pain Assessment in Neonates (**PAIN**). Liverpool Infant Distress Scale (**LIDS**). Modified Behavioural Pain Scale, Children's Hospital of Eastern Ontario Pain Scale (**CHEOPS**). Neonatal Assessment of Pain Inventory (**NAPI**). Behavioural Pain Score; Clinical Scoring System (Canton Arenas & Vélez González, 2001).
- *Escales multidimensionals (paràmetres fisiològicoconductuals):* **COMFORT** Scale (Dijk et al., 2000), Neonatal Pain Agitation and Sedation Scale (**N – PASS**) (Hummel, Puchalski, Creech, & Weiss, 2008; Pereira Da Silva & Justo Da Silva, 2010), Premature Infant Pain Profile (**PIPP**) (Stevens, Johnston, Petryshen, & Taddio, 1996), Susan Givens Bell (**SGB**) (Givens Bell, 1994) i Crying Requires oxygen Increased vital signs Expression Sleep (**CRIES**) (Krechel & Bildner, 1995).

### 3.8. Unitats de Cures Intensives Neonatals i la valoració del dolor

Les UCIN són unitats pròximes a la sala de parts, optimitzen temps i espai si el nounat, que neix, pateix una malaltia de gravetat extrema. Una UCIN de tercer nivell és una unitat que ha de disposar, com a mínim, 4 llits d'ingrés. Els bressols han de desprendre calor radiant, s'ha de disposar d'un espai per a l'agrupament de nounats malalts, en cas de brots epidèmics i el nivell d'il·luminació ha de ser com a mínim de 10 lum/m<sup>2</sup>. Disponibilitat de preses d'oxigen (3 – 4), d'aire mèdic (3 – 4) preses de buit (3 – 4) i unes 20 preses de connexió elèctrica. A més a més, d'aquesta dotació bàsica estructural, la dotació bàsica de material és extensa (monitors de FC – ECG – respiració,

monitors de pressió invasiva, monitors de funció cerebral, equip d'hipotèrmia activa, monitorització transcutània d'O<sub>2</sub> – CO<sub>2</sub>, desfibril·lador, fototeràpies, CPAP nasal, bombes d'infusió intravenosa, mascaretes laríngies, carretó d'aturades...) (Rite Gracia, Fernandez Lorenzo, Echaniz Urcelay, et al., 2013).

A banda de la dotació estructural i material bàsiques, el nounat que és ingressat a una UCIN és un pacient molt complex cosa que necessita d'un abordatge multidisciplinari òptim. El nounats prematurs són pacient que experimenten manipulacions freqüents durant el seu ingrés. Aquests nadons estan exposats a un ambient diferent, al medi extrauterí que, contràriament al medi uterí on l'ambient és humit, càlid, estable, protegit d'estímuls externs i reben entrades sensorials apropiades, l'ambient és fred, sec, sorollós amb il·luminació excessiva, amb forces gravitatòries i reben estímuls sensorials, molts d'ells, dolorosos i estressants (Acuña et al., 2010).

Per tots els canvis exposats anteriorment les UCIN han d'abordar tots els aspectes relacionats amb el nadó i tenir cura des del mateix moment del seu naixement. Les pràctiques com la participació de la família a les UCIN, el mètode cangur, els mètodes d'analgèsia no farmacològica són algunes de les bones pràctiques que es duen a terme en aquestes unitats (Agra Varela et al., 2014)

Es considera un naixement prematur aquell que no ha completat la trenta-setena setmana de gestació. La prematuritat es pot classificar segons l'edat gestacional de l'infant en néixer (nounat nascut a terme de 37 – 42 setmanes de gestació; de 28 – 32 setmanes de gestació, prematur moderat; molt prematur, prematur extrem de 25 – 28 setmanes de gestació i límit de viabilitat de 23 – 25 setmanes de gestació:) o per pes (prematuro de baix pes: inferior a 2500 grams; prematur de molt baix pes: inferior a 1500 grams; prematur de baix pes extrem: inferior a 1000 grams) (Rellán Rodríguez, García de Ribera, & Aragón Garcia, 2008).

La Organització Mundial de la Salut estima que cada any neixen, a nivell mundial, 15 milions de prematurs. La taxa d'aquests

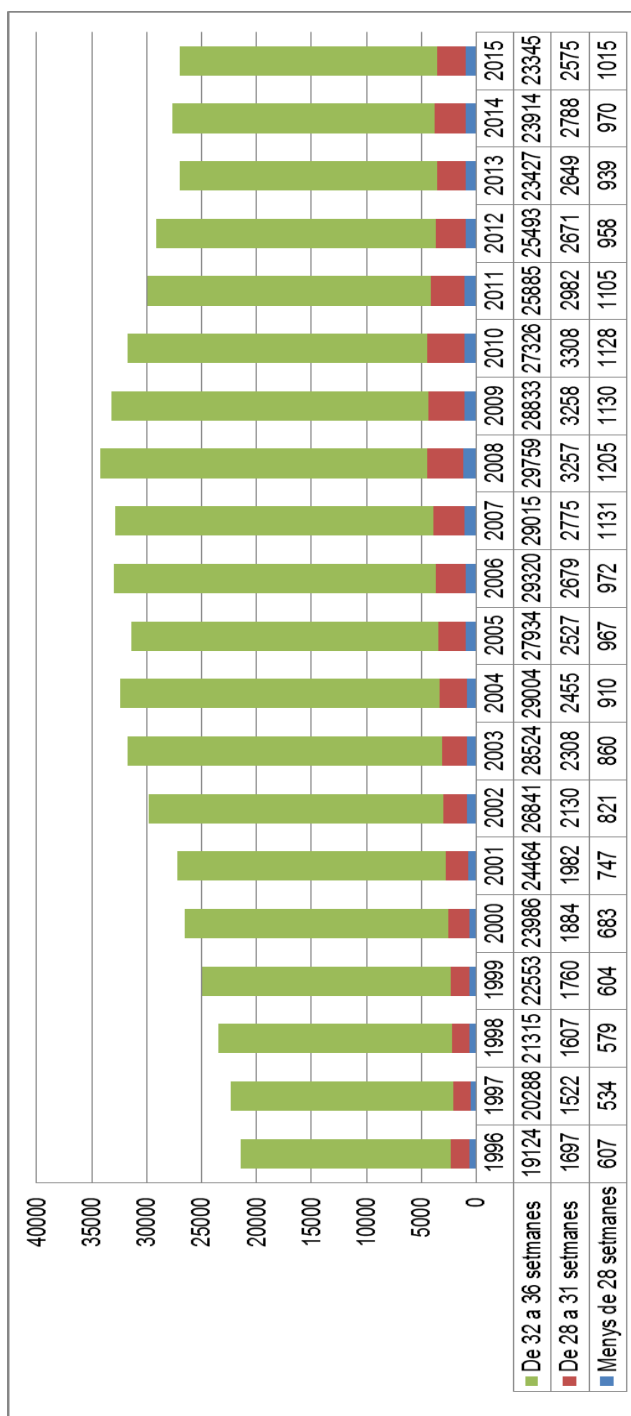
naixements oscil·la entre el 5% i el 18% del total i, aquesta dada continua en augment (World Health Organization, 2015).

Les regions amb la taxa de prematuritat més alta són: sud – est asiàtic (13.6%), sud – oest asiàtic (13.3%), Àfrica subsahariana (12.3%), Carib (11.2%), est asiàtic (10.1%), Àsia central i Caucas (9.2%), Amèrica llatina (8.4%), Oceania (7.4%), nord d'Àfrica (7.3%), est asiàtic (7.2%) (Blencowe et al., 2012). La taxa de prematuritat a nivell mundial dels països desenvolupats s'estableix en 8.6% (World Health Organization, 2015).

Els deu països subdesenvolupats amb la taxa més elevada de naixements prematurs per cada 100 naixements vius són Malawi (18.1%), Comores i el Congo (16.7%), Zimbabwe (16.6%), Guinea Equatorial, Moçambic, Gabon, Pakistan, Indonesia i Mauritània. (World Health Organization, 2015).

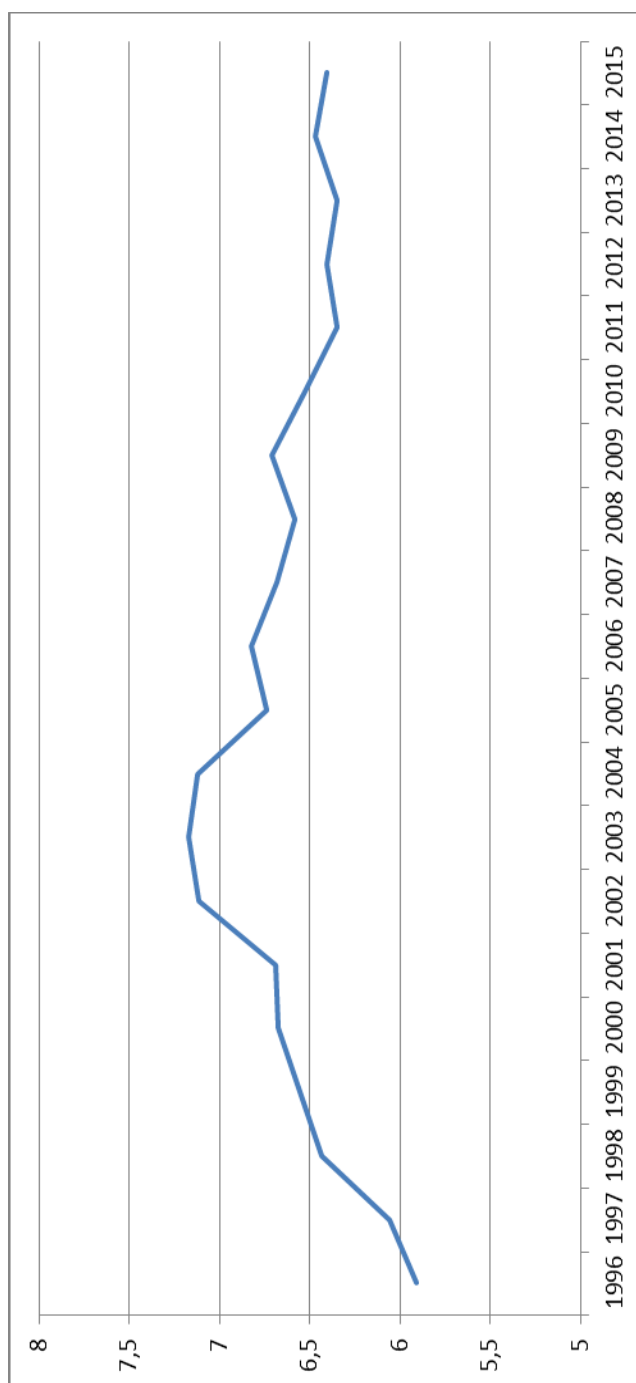
A l'estat espanyol, l'any 1996, el nombre de naixements esdevingué en 362626 dels quals 23424 (6.46%) van ser nounats prematurs (il·lustració 6).

Gairebé dues dècades posteriors, l'any 2015, el nombre de naixements van ser 420920 nounats dels quals 26935 (6.88%) van ésser nadons prematurs (il·lustració 7). En dues dècades la taxa de prematuritat és similar (INE, 2017).



Il·lustració 6. Total naixements. Sèrie 1996 - 2015. Font: INE, 2017





II-lustració 7. Taxa de prematuritat. Font: INE, 2017

Emfasitzant sobre la mortalitat, la taxa mitjana de mortalitat natal entre el 1996 i el 2015 fou del  $0.34 \pm 0.03\%$ .

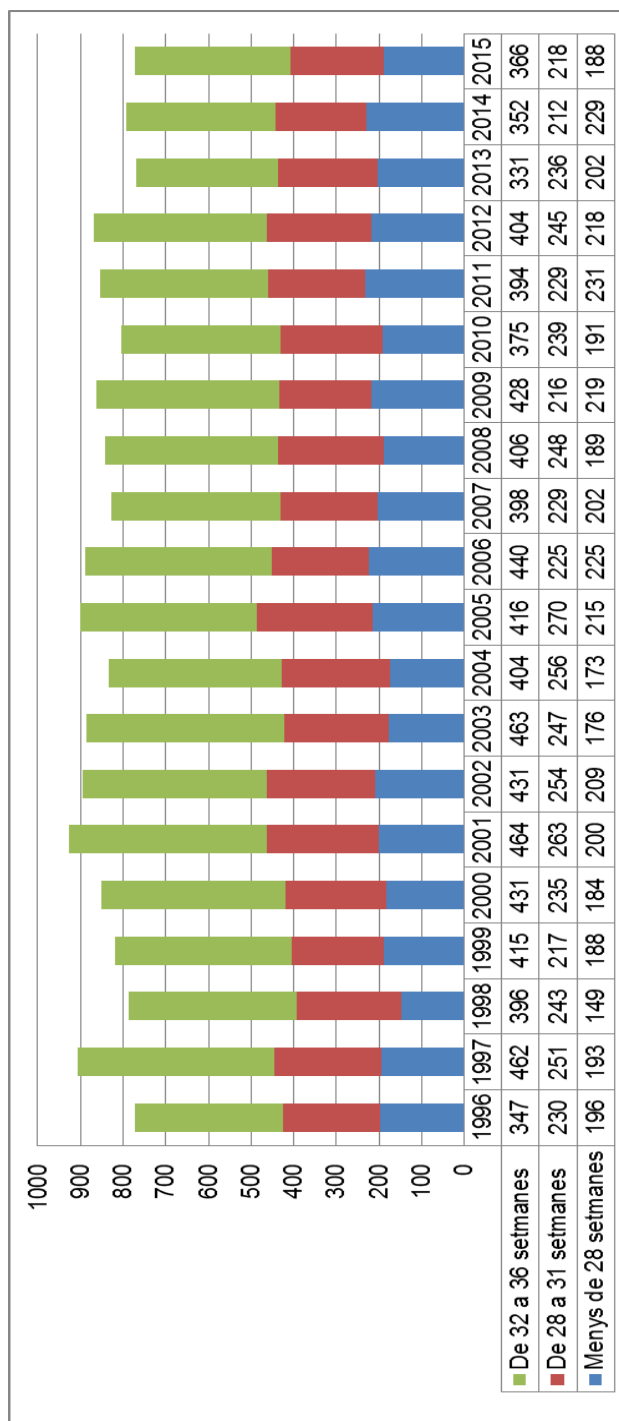
No obstant, l'any 1996 es van produir 773 morts fetals prematures sobre el total de morts fetals que van ser de 1423 establint una taxa de mortalitat fetal del 54.32% (il·lustració 8). En quasi bé vint anys de diferència, el 2015, el nombre de morts fetals prematures van ser de 772 sobre el total de morts fetals (1309). S'establí una taxa de mortalitat prematura del 58.98% (il·lustració 9) (INE, 2017).

Quan es produeix un naixement prematur, el nadó ingressa a la UCIN per tal de sotmetre's a la supervisió contínua del seu estat.

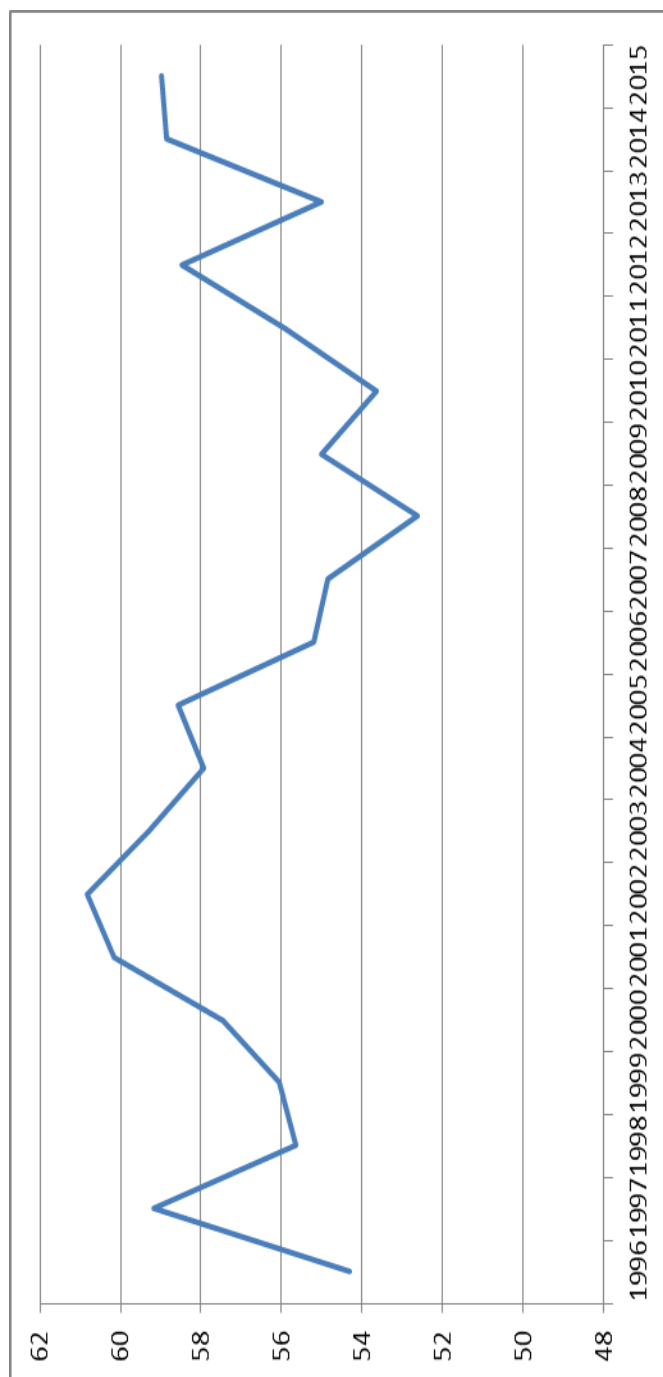
L'estrès matern, les infeccions, les patologies uterines i els tractaments de fertilitat deriven, amb freqüència en naixements prematurs (Goldenberg, Culhane, Iams, & Romero, 2008). Actualment, la principal causa d'ingrés a les UCIN dels països desenvolupats és la prematuritat (Centers for Disease Control and Prevention, 2010).

Dades publicades a l'estudi EIPPAIN (Ricardo Carbajal et al., 2008) conclouen que un nounat pot estar sotmès a una mitjana de 430 procediments invasius durant la seva estada hospitalària a la UCIN. Processos que augmenten el dolor i l'estrès del nounat (Badr, 2013).

Els procediments invasius identificats i més freqüents a les UCIN són: punció venosa, punció lumbar, intubació orotraqueal, punció subcutània, inserció de sonda orogàstrica, etc. (R Carbajal et al., 2008; Jeong, Park, Lee, Choi, & Lee, 2014).



Il·lustració 8. Nombre de morts fetals prematures. Font: INE, 2017



Il·lustració 9. Taxa de mortalitat fetal. Font: INE, 2017

Rank	Procedure	Total N of each procedure (%)	N of each procedure per day	N of each procedure per neonate	N of each procedure per day, per neonate
1	Oral suctioning	3480 (22.7)	248.6	24.0	1.71
2	Tracheal suctioning	3166 (20.7)	226.1	21.8	1.56
3	Nasal suctioning	2194 (14.3)	156.7	15.1	1.08
4	Heel Lance	2038 (13.3)	145.6	14.1	1.00
5	Chest physiotherapy	1594 (10.4)	113.9	11.0	0.79
6	Adhesive removal	723 (4.7)	51.6	5.0	0.36
7	Venepuncture	406 (2.7)	29.0	2.8	0.20
8	IV catheter insertion	389 (2.5)	27.8	2.7	0.19
9	Nasal cannula insertion	289 (1.9)	20.6	2.0	0.14
10	Gastric tube insertion	247 (1.6)	17.6	1.7	0.12
11	NCPAP cannula insertion	183 (1.2)	13.1	1.3	0.09
12	Wound treatment	129 (0.8)	9.2	0.9	0.06
13	Arterial puncture	116 (0.8)	8.3	0.8	0.06
14	Endotracheal intubation	86 (0.6)	6.1	0.6	0.04
15	Central catheter insertion	72 (0.5)	5.1	0.5	0.04
16	Intramuscular injection	60 (0.4)	4.3	0.4	0.03
17	Arterial catheter insertion	37 (0.2)	2.6	0.3	0.02
18	Umbilical catheter insertion	24 (0.2)	1.7	0.2	0.01
19	Bladder compression	23 (0.21)	1.6	0.2	0.01
20	ROP exam	15 (0.1)	1.1	0.1	0.01
21	Chest tube insertion	14 (0.1)	1.0	0.1	0.01
22	Urinary catheter insertion	11 (0.1)	0.8	0.1	0.01
23	Lumbar puncture	8 (0.0)	0.6	0.1	0.0
24	Subcutaneous Injection	6 (0.0)	0.4	0.0	0.0
25	PD catheter insertion	3 (0.0)	0.2	0.0	0.0
26	Bladder puncture	0 (0.0)	0.0	0.0	0.0
27	Peritoneal puncture	0 (0.0)	0.0	0.0	0.0
	Total	15313 (100)	1093.8	105.6	7.54

Taula 1. Procediments invasius més freqüents a les UCIN. Font: Jeong et al, 2004

Encara que durant els últims anys s'ha reconegut el dolor neonatal, en la majoria dels casos, es realitzen procediments invasius (PI) (taula 1) sense l'ús de mesures analgèsiques (Vidal et al., 2005). A l'estat espanyol, durant el 2013, fins a un 41.2% dels nens hospitalitzats patia dolor, el 87.5% dels PI s'executaren sense cap tipus d'analgèsia (Reinoso, 2013), i, entre un 61% - 63% dels

professionals que treballaven a les UCIN no utilitzaven escales de valoració del dolor, tanmateix, entre el 30% - 40% dels professionals no aplica mesures analgèsiques (M Ozawa & Yokoo, 2013).

L'exposició continua al dolor i estrès pot produir al nounat, en un futur, immaduresa de la substància blanca i gris subcortical, augment de les fibres aferents que provoca una major sensibilització en la percepció del dolor, alteració de la conducta en l'edat adulta, dolor inflamatori persistent, reducció de la resposta autoimmunitària i hipervigilància social (Giboney, 2004; Gonçalves, Rebelo, & Tavares, 2010; Ranger & Grunau, 2014; Vidal et al., 2005).

Des del segle XIX fins a l'actualitat, diversos autors han plantejat estratègies per al tractament del dolor amb la finalitat de disminuir-lo i/o pal·liar-lo (Tan, Tan, Büyükcavci, & Karakelleoglu, 2006), però, per plantejar un adequat tractament el primer pas és la correcta valoració.

### **3.9. Innovacions tecnològiques actuals d'avaluació del dolor**

L'aprenentatge automàtic i, més concretament, la intel·ligència artificial (IA) és una àrea multidisciplinària que reuneix amplis camps, els quals tenen en comú la creació de màquines capaces de pensar. En ciències de la computació, es denomina intel·ligència artificial a la capacitat de raonar d'un agent no viu (Rus, Golland, & Jackson, 2015; Stanford University, 2015; Universidad de Granada, 2016).

Els desenvolupaments en IA són més importants en els camps disciplinars en què existeix un major consens entre especialistes. Un sistema expert és més probable de ser programat en física o en medicina que en sociologia o en psicologia.

Aquest fet es deu al problema del consens entre especialistes amb la definició dels conceptes involucrats i amb els procediments i tècniques a utilitzar. Per exemple, en física hi ha un acord sobre el

concepte de velocitat i com calcular-la. En canvi, en psicologia es debaten els conceptes, l'etiologia, la psicopatologia i com procedir davant d'un cert diagnòstic. Aquest fet dificulta la creació de sistemes intel·ligents perquè sempre hi haurà desacord sobre allò que s'esperaria que el sistema fes. Malgrat aquest fet, existeixen grans avenços amb el disseny de sistemes experts pel diagnòstic i presa de decisions en l'àmbit mèdic (Adarraga & Zaccagnini, 1994).

Les aplicacions tecnològiques, en les quals els mètodes d'IA usats han demostrat, amb èxit, que poden resoldre problemes complicats de manera massiva, s'han desenvolupat en sistemes que (Sánchez Arbolaez, 2007):

- Permeten a l'usuari preguntar a una base de dades qualsevol llenguatge, millor que un llenguatge de programació.
- Reconeixen objectes d'una escena per mitjà d'aparells de visió.
- Generen paraules des de textos computeritzats que reconeixen com si fossin humanes.
- Resolen problemes dins una varietat de camps amb l'ús de coneixements experts codificats.

Mitjançant la integració d'un programari d'IA amb dispositius i sensors s'obté un sistema intel·ligent que és capaç de donar suport a una varietat de processos en una multitud d'àmbits, amb l'objectiu de millorar-los, tant de forma quantitativa com qualitativa.

Durant els últims anys, s'han desenvolupat sistemes intel·ligents de presa de decisions mèdiques que permeten realitzar diagnòstics i recomanar tractaments. Un grup important de programes són els sistemes experts, que es basen en el coneixement clínic d'una determinada tasca i que són capaços d'arribar a conclusions raonades a partir de les dades de pacients individuals.

Altres sistemes que ajuden, mitjançant alertes i recordatoris, són els sistemes de monitorització intel·ligents, que poden avisar en

temps real qualsevol canvi en l'estat d'un pacient o bé per pantalla o a través de telefonia mòbil (Agah, 2014).

Les primeres aportacions, i més avançades fins a l'actualitat, han estat la interpretació humana de gravacions en vídeo del comportament del nounat (Lindh, Wiklund, & Håkansson, 1999).

Altres avenços científics per monitoritzar el dolor al nounat han estat la monitorització del dolor a través de la conducció per pell (Ledowski et al., 2006).

L'intent de monitoritzar el dolor només basant-se en els paràmetres conductuals ha anat en augment. La visió computeritzada és l'eina més utilitzada amb la instal·lació de càmeres a les incubadores del nounat, per tal d'observar quin és el seu comportament (Zhong & Liu, 2011). No obstant això, les tecnologies de la informació i comunicació han fet crear màquines capaces de valorar el dolor dels nadons (Med-Storm Innovation, 2012).

Investigadors del grup de recerca Algos de la Universitat Rovira i Virgili van crear la primera aplicació mòbil (Painometer) amb l'objectiu de valorar el dolor (de la Vega et al., 2014). Aquesta App integra escales de valoració del dolor mitjançant el mètode d'autoinforme (Gancedo García et al., 2008).

L'avenç tecnològic pot arribar a fer que un sistema informàtic, combinat amb el procés de dades mitjançant la IA pugui fer complir els requeriments de monitorització contínua, objectiva i automatitzada. A través d'aquesta tecnologia es poden registrar, integrar i interpretar de manera automàtica les dades fisiològiques i conductuals que les escales de valoració del dolor calculen, i obtenir com a resultat el valor que assignaria un observador visual humà. Amb l'ús d'aquests sistemes avançats computacionals que integren els actuals monitors utilitzats a les UCIN, la xifra de valoració del dolor es podria mostrar a la pantalla alhora que les altres constants vitals.



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
APANICU 1.0: SISTEMA AUTOMÀTIC PER A LA VALORACIÓ DEL DOLOR DELS NOUNATS INGRESSATS A LES  
UNITATS DE CURES INTENSIVES  
Josep Oriol Casanovas Marsal  
ISBN: 978-84-697-7365-9

## 4. JUSTIFICACIÓ DE L'ESTUDI

El dolor és un component que percep l'individu i que és totalment subjectiu alhora de manifestar-lo. No obstant diferents organitzacions, de caire tant nacional com internacional, han remarcat la importància d'avaluar el dolor.

Entre la totalitat de les cures infermeres que es realitzen al nounat quan és ingressat a la unitat de cures intensives neonatals existeixen certes mesures que són considerades com a constants vitals que posen de manifest l'estat hemodinàmic de l'infant. Quan el professional sanitari realitza aquestes cures, directa o indirectament també valora altres estats del nounat com poden ser la consciència, l'estat de la pell, catèters implantats, correcte posició del tub traqueal o mascareta de VMNI, etc.

Per aquest mateix motiu, les constants vitals que són la tensió arterial, la freqüència cardíaca, la saturació d'oxigen i la temperatura podrien adoptar, en aquesta conjuntura **la valoració del dolor com a cinquena constant vital**.

El dolor no es menys intens als nens que als adults, malgrat que els pacient neonatals no sàpiguen o no puguin expressar-se. Les escales de valoració del dolor adopten una importància i, alhora, un component de subjectivitat pel professional qui realitza l'avaluació.

Les diferents cures que es realitzen al recent nascut ingressat a la unitat de cures intensives neonatals fa que la dedicació a aquest nadó sigui contínua i constant.

La dificultat de valorar el dolor augmenta quan menor és l'edat del nen però, quan dolor té un nounat?

El present projecte és un intent d'assegurar l'avaluació del dolor en uns pacients extremadament vulnerables: els recent nascuts malalts.

Aquest estudi es justifica, primerament perquè l'avaluació del dolor a neonatologia ha generat múltiples escales de desigual aplicació i, d'altra banda, perquè el dolor és considerat un problema freqüent.

L'adequat control del dolor depèn d'una bona avaluació prèvia.

És responsabilitat dels professionals d'infermeria participar activament en aquest procés.

Cada disciplina professional té la responsabilitat de millorar i avançar en el seu cos de coneixement. El sistema que es pretén desenvolupar aprofita la revolució tecnològica a l'atenció a la salut propiciada per les tecnologies de la informació i la comunicació (e – salut), sent l'aprenentatge automàtic el principal element innovador en l'intent devaluar el dolor en aquests infants.

Per a finalitzar, cal esmentar que el desenvolupament d'un prototip operatiu representaria una millora considerable en els equips de monitorització de constants vitals, a partir d'una idea infermera, desenvolupada en col·laboració amb la enginyeria informàtica, una circumstància poc freqüent (encara) a la professió infermera.

## 5. HIPÒTESI

És possible l'avaluació automàtica del dolor als nounats ingressats a les unitats de cures intensives per mitjà de l'aprenentatge automàtic i, amb l'aplicació de la intel·ligència artificial, transcriure els paràmetres conductuals de variables qualitatives a variables quantitatives. Addicionalment és possible l'adquisició dels paràmetres fisiològics a través de la monitorització continua de les constants vitals a fi efecte d'establir sinèrgies entre els paràmetres fisiològics i conductuals introduïts al software amb l'obtenció final del número de dolor que percep el nounat.

## 6. OBJECTIUS

### Objectiu general:

- Dissenyar i implementar un sistema intel·ligent a l'equip electrònic de monitorització de constants vitals per la valoració automatitzada i continua del dolor en temps real als nounats ingressats a la unitat de cures intensives.

### Objectius específics:

- Identificar quines escales de valoració del dolor són de major ús a les unitats de cures intensives neonatals.
- Integrar els paràmetres fisiològicoconductuals de les escales al sistema informatitzat.
- Mostrar una xifra d'avaluació del dolor al monitor de constants vitals.
- Conèixer quina és l'opinió dels professionals sanitaris envers un sistema automàtic per a la valoració del dolor als nounats ingressat a les UCI.

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
APANICU 1.0: SISTEMA AUTOMÀTIC PER A LA VALORACIÓ DEL DOLOR DELS NOUNATS INGRESSATS A LES  
UNITATS DE CURES INTENSIVES  
Josep Oriol Casanovas Marsal  
ISBN: 978-84-697-7365-9

## **2A PART. L'ESTUDI**

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
APANICU 1.0: SISTEMA AUTOMÀTIC PER A LA VALORACIÓ DEL DOLOR DELS NOUNATS INGRESSATS A LES  
UNITATS DE CURES INTENSIVES  
Josep Oriol Casanovas Marsal  
ISBN: 978-84-697-7365-9

## **7. REVISIÓ SISTEMÀTICA: ESCALES DE VALORACIÓ DEL DOLOR NEONATAL**

Anteriorment, ja s'ha descrit que el nounat és capaç de percebre dolor i, per aquest mateix motiu, les escales de valoració del dolor són una eina útil per tal de plasmar una percepció totalment subjectiva a un format objectiu.

Són múltiples les escales d'avaluació del dolor que existeixen en el camp de la neonatologia. A la justificació de l'estudi es parla de la creació d'un prototip i perquè aquest pugui ésser dissenyat primerament, s'han de seleccionar les escales de valoració del dolor que es volen integrar en el sistema.

A continuació, es mostra una revisió sistemàtica per donar a conèixer quines escales de valoració del dolor existeixen i quin és el límit establert per decidir l'elecció de la més adequada per a integrar-la en el prototip futur.

La metodologia emprada és la lectura crítica d'articles científics publicats i seleccionats segons revisió bibliogràfica, realitzada des de l'any 1999 fins l'any 2016.

### **7.1. Objectiu de l'estudi**

L'objectiu d'aquesta revisió és identificar les escales multidimensionals de valoració del dolor dels nounats més utilitzades a les UCIN.

Aquesta revisió sistemàtica aportarà als capítols posteriors l'escala de valoració del dolor multidimensional amb més visibilitat científica, a fi i efecte d'instaurar-la al prototip.

### **7.2. Material i mètode**

L'agost del 2016 es va realitzar una recerca bibliogràfica a les bases de dades PubMed, CINAHL i MEDLINE. Es va seguir la declaració de PRISMA (Shamseer et al., 2015) i l'evidència pràctica sintetitzada de Lynn Rew (Rew, 2011).



S'utilitzà els termes MeSH "pain assessment". L'equació de la cerca fou: ("pain measurement"[MeSH Terms] OR ("pain"[All Fields] AND "measurement"[All Fields]) OR "pain measurement"[All Fields] OR ("pain"[All Fields] AND "assessment"[All Fields]) OR "pain assessment"[All Fields])

### **Criteris d'inclusió**

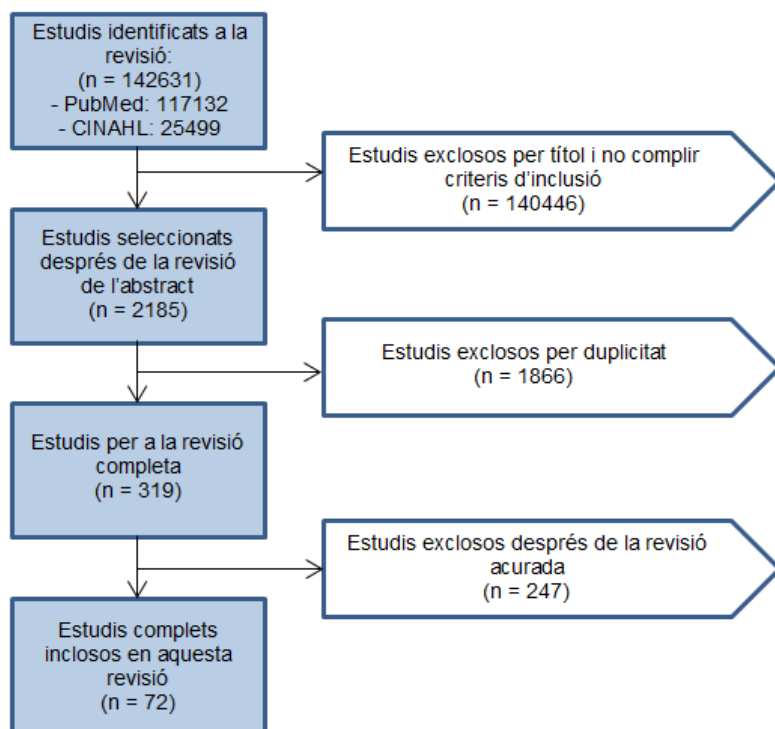
(a) estudis publicats entre 01/01/1999 fins 31/08/2016; (b) espècie humans; (c) nounats a terme o preterme ingressats a les UCIN fins a 1 mes d'edat; (d) estudis clínics que haguessin utilitzat escales de valoració del dolor multidimensionals; (e) estudis experimentals, observacionals, comparatius, descriptius, prospectius i/o retrospectius.

### **Criteris d'exclusió**

Estudis científics publicats en altres llengües que no fossin l'anglès, el francès o el castellà; (b) escales de valoració del dolor neonatal exclusivament conductuals; (c) nounats majors d'1 mes d'edat; (d) duplicitat dels estudis en la seva publicació.

## **7.3. Resultats**

Dels 319 estudis seleccionats per a la revisió completa es seleccionaren 72 publicacions. Els resultats es categoritzaren segons país de publicació, disseny de l'estudi, característiques demogràfiques dels participants, maneig i tractament dels procediments invasius, escales d'avaluació del dolor neonatal, mesures per a la reducció del dolor (il·lustració 10). A l'annex 1 es detallen les característiques dels estudis seleccionats.



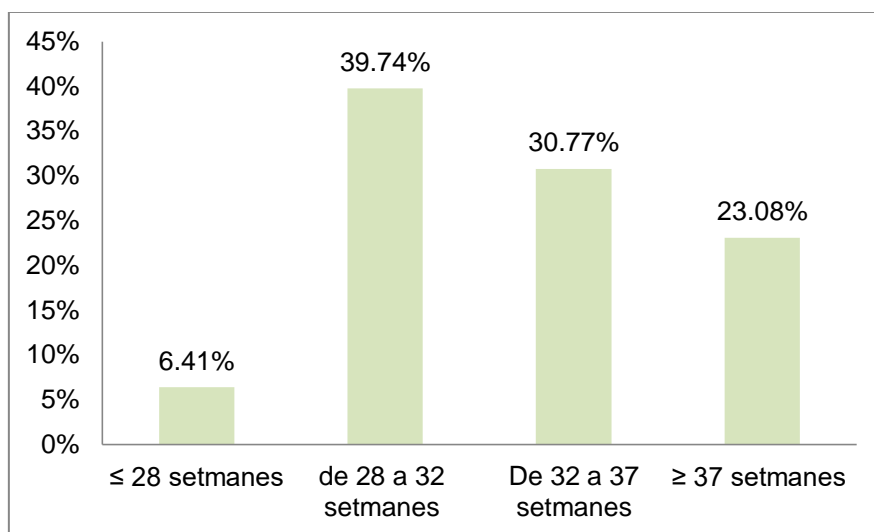
Il·lustració 10. Diagrama de flux. Revisió sistemàtica

## Disseny dels estudis

S'identificaren dotze estudis diferents categoritzats en aleatoris controlats  $n=39$ , comparatius  $n=9$ , prospectius i observacionals  $n=8$ , transversals  $n=3$ , pilot  $n=3$ , validació d'escala  $n=3$ , cohorts  $n=1$ , descriptius  $n=1$  i altres estudis de correlació, revisió sistemàtica, d'implementació de protocols.

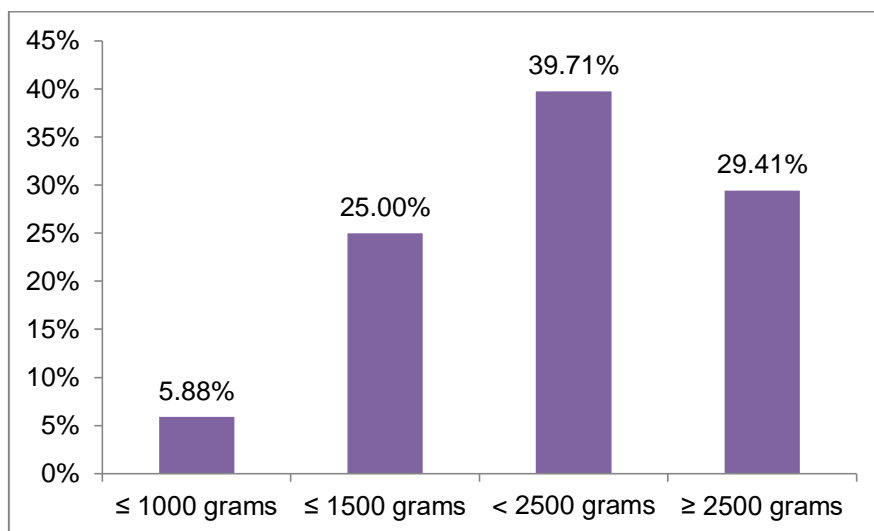
## Característiques demogràfiques

Un total de 8368 nadons van ser estudiats. La mostra es dividí per edats gestacionals compreses entre  $\geq 37$  setmanes de gestació fins  $\leq 28$  setmanes de gestació (il·lustració 11).



Il·lustració 11. Distribució de la mostra per edat gestacional.

En termes de pes, la mostra es classificà entre nounats amb pes normal fins a nounats d'extremadament baix pes (il·lustració 12).

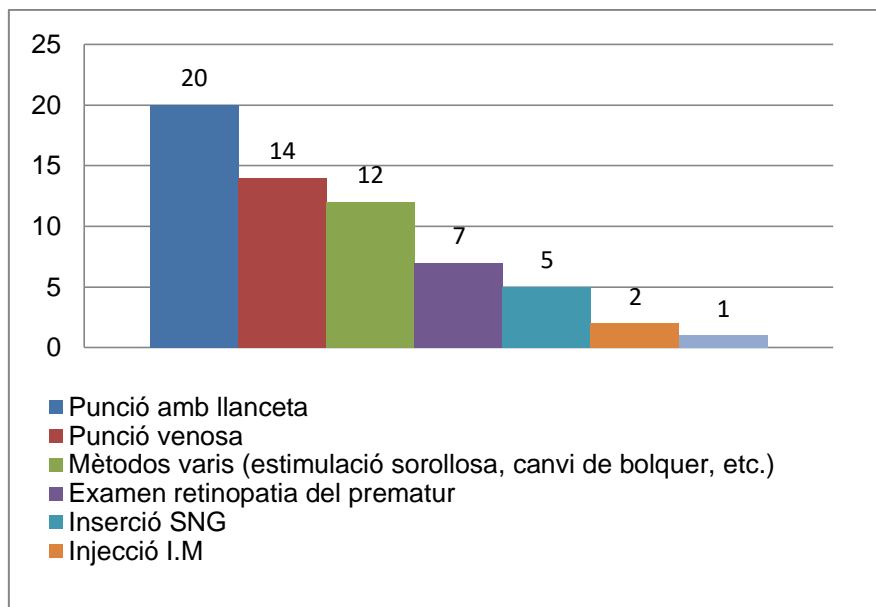


Il·lustració 12. Distribució de la mostra per pes en néixer.

## Processos invasius detectats

Més de quaranta processos invasius/dolorosos van ser identificats en aquesta revisió.

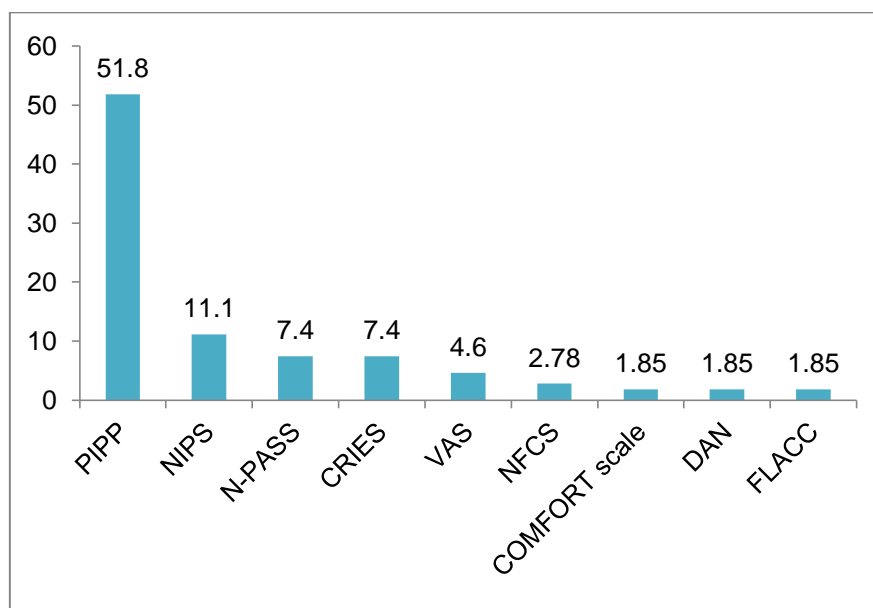
Com a PI més freqüents s'identificaren, entre d'altres la punció amb llanceta (32.8%), la inserció de catèter venós perifèric (23%), varis mètodes com estimulació sorollosa, cures rutinàries, canvis de bolquer, transport neonatal, mesura de temperatura, etc. (20%), examen per a la detecció de la retinopatia del prematur (11.4%) i en un percentatge inferior al 10%, inserció sonda nasogàstrica, aspiració de secrecions, injecció intramuscular, punció suprapúbica o canalització transuretral (il·lustració 13).



Il·lustració 13. Processos invasius més freqüents.

## Escales de valoració del dolor als nounats

Durant la revisió es comptabilitzaren 108 escales de valoració del dolor. S'identificaren 16 com les més freqüents en el seu ús. Aquestes foren la PIPP, la NIPS, la N – PASS, la CRIES, la VAS, la NFCS, la COMFORT scale, la DAN i la FLACC (il·lustració 14).

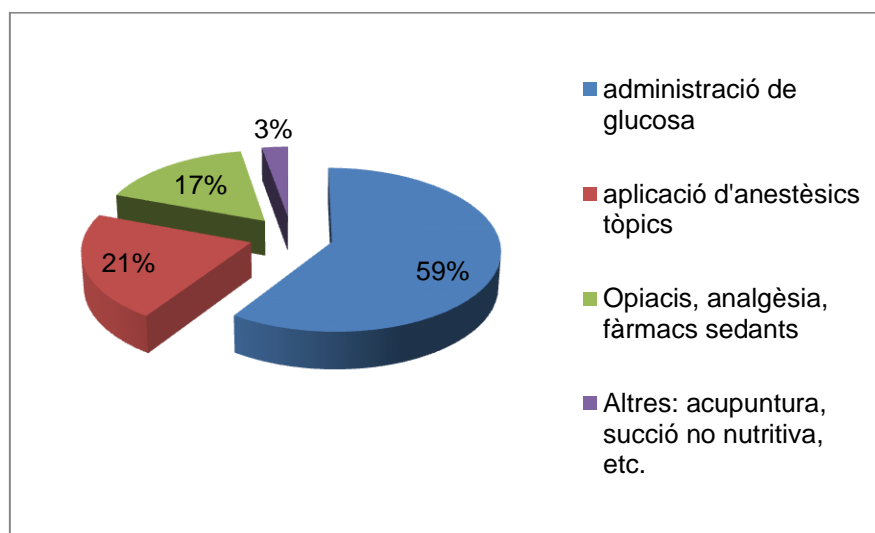


Il·lustració 14. Escales de valoració del dolor expressades en %.

Altres escales identificades, però utilitzades en un percentatge inferior a l'1%, van ser: Pain Assessment Tool (**PAT**); Children's and Infants' Postoperative Pain Scale (**CHIPPS**); Face Scale for Pain Assessment of Preterm Infants (**FSPAPI**); Pain Assessment *Scale* for Preterm Infants (**PASPI**), Neonatal Infant Acute Pain Assessment Scale (**NIAPAS**), Neonatal Pain Assessment Scale (**NPAS-Susan Givens Bell**).

## Mètodes per a la reducció del dolor i estrès

Durant la revisió s'identificaren els 9 mètodes més comuns per a la reducció del dolor i estrès del nounat: administració de glucosa / sacarosa (n=25), aplicació d'anestèsics tòpics locals (n=9), administració d'opiacis, analgèsics, fàrmacs sedants i utilització del mètode cangur o mètodes de consolació al nounat (n=7), altres mètodes emprats i amb un percentatge d'ús inferior al 2% foren: l'acupuntura, administració parenteral de naloxona, estimulació auditiva i succió no nutritiva (il·lustració 15).



Il·lustració 15. Mètodes per a la reducció del dolor i estrès.

## **8. QÜESTIONARI D'OPINIÓ DELS PROFESSIONALS SANITARIS: VALORACIÓ AUTOMÀTICA DEL DOLOR**

Aquest capítol introdueix l'opinió dels professionals sanitaris sobre què en pensen d'un sistema automàtic que pugui valorar el dolor del nounat ingressat a les unitats de cures intensives neonatals.

La metodologia qüestionari permet establir un impàs entre l'opinió preconcebuda sobre la valoració del dolor en aquests infants a les unitats, i alhora, presentar el prototip com una eina complementària per tal de contribuir a les cures infermeres del nounat, percebre la reacció, opinió, entre d'altres, sobre la millora en aquestes cures envers aquest concepte.

### **8.1. Objectius**

- Conèixer quina avaluació actual s'està realitzant sobre el dolor neonatal a les unitats de cures intensives neonatals.
- Valorar les dificultats, i tot el que comporta envers el dolor neonatal, que perceben els professionals sanitaris per a l'avaluació del dolor als nounats.
- Saber l'acceptació per part dels professionals sanitaris de disposar d'un sistema automàtic d'avaluació del dolor.

### **8.2. Material i mètode**

Estudi transversal, descriptiu, multicèntric per qüestionari estructurat (annex 2).

L'enquesta inclou tretze ítems, en general, en els quals s'interrogava els participants sobre les següents temàtiques:

- a) Freqüència d'avaluació del dolor a les UCIN.
- b) Escales de valoració del dolor utilitzades.
- c) Formació rebuda per a la correcta avaluació del dolor i les dificultats percebudes.

- d) Opinió sobre la valoració del dolor a la seva unitat.
- e) Opinió sobre la utilització d'un sistema automàtic d'avaluació del dolor neonatal.

L'enquesta s'elaborà amb formularis Google®. S'envià durant els mesos de gener i abril del 2016 mitjançant correu electrònic als professionals de la medicina (pediatres, neonatòlegs, etc.) i de la infermeria, previ contacte amb els col·legis professionals corresponents en llengua anglesa, castellana i francesa.

Prèviament, ja es realitzà un esbós del prototip (annex 3) presentat a l'IEEE MeMeA a Portugal el 2014. Aquest projecte va comportar, entre els investigadors principals, professionals d'infermeria i d'enginyeria informàtica, establir sinergies ja no tant sols en la vessant acadèmica, sinó també amb els professionals sanitaris que duen a terme la seva tasca diària en la pràctica clínica assistencial.

Els nivells d'assistència hospitalària es classificaren segons les directrius establertes per l'Associació Espanyola de Pediatria (Rite Gracia, Fernandez Lorenzo, Echániz Urcelay, et al., 2013).

L'anàlisi de dades i estadística s'efectuà mitjançant el programa SPSS versió 17.0 Chicago IL. USA® descrivint les freqüències i el seu percentatge per les variables qualitatives i l'anàlisi amb la mitjana i la desviació estàndard per a les variables quantitatives.

### **8.3. Aspectes ètics**

El qüestionari forma part de l'estudi "*Valoració del dolor als nounats ingressats a les unitats de cures intensives neonatals mitjançant l'ús de sistemes intel·ligents*" aprovat pel Comitè d'Ètica i Investigació Clínica de l'Hospital Universitari Joan XXIII de Tarragona amb número de resolució 47/2014 (annex 4).

Durant la realització de la investigació es seguiren els principis establerts segona la Declaració de Hèlsinki (Asociación Médica Mundial, 2008) i les normes legals de bona pràctica clínica (CPMP/ICH/135/95)(Agencia Española de Medicamentos y



Productos Sanitarios, 2002). El tractament de les dades s'ajustà a la normativa espanyola (Llei 15/1999 i Reial Decret 1720/2007)(Jefatura del Estado, 1999).

#### 8.4. Resultats

Es reberen cent trenta-tres respostes (133) corresponents a un total de quaranta-quatre centres hospitalaris: 34 (77,27%) hospitals espanyols i 10 (22,73%) hospitals estrangers corresponents als països de França, Suïssa, Itàlia i Turquia.

Les preguntes formulades en aquest primer bloc foren:

- 1) *Centre de treball.*
- 2) *Gènere.*
- 3) *Edat.*
- 4) *Categoria professional.*
- 5) *Quant de temps fa que treballa a la UCI neonatal?*

Majoritàriament s'obtingueren respostes d'hospitals de l'estat espanyol, amb una gran diferència entre el sexe dels enquestats.

La mitjana d'edat correspon conjuntament amb un elevat grau d'experiència professional als hospitals de tercer nivell (taula 2)

<b>Nacionalitat</b>	
Espanyols	95 (71.43%)
Estrangeres	38 (28.57%)
<b>Gènere</b>	
Masculí	22 (16.5%)
Femení	111 (83.5%)
<b>Edat:</b> 39.95±9.43 anys	
<b>Categoria professional</b>	
Infermeria	57 (42.9%)
Medicina	74 (55.6%)
Altres	2 (1.5%)

<b>Experiència professional a les UCIN</b>	
< 3 anys	14 (10.50%)
De 3 a 6 anys	23 (17.30%)
> 6 anys	96 (72.20%)
<b>Hospital per nivells assistencials</b>	
Nivell II	37 (27.82%)
Nivell III	93 (69.92%)
Desconegut	3 (2.26%)

Taula 2. Dades demogràfiques població enquestada.

Al següent bloc, les qüestions plantejades foren:

6) *Cada quant temps es valora el dolor del nounat a la seva unitat?*

En termes generals (de les 124 respostes validades i analitzades) dels professionals sanitaris enquestats, més de la meitat de la mostra respongué que solament s'avalua el dolor als nounats segons el seu estat (taula 3).

<b>Valoració del dolor</b>	<b>Infermer/a n (%)</b>	<b>Metge n (%)</b>	<b>Total n (%)</b>
Cada hora	2 (100.0)	0 (0.0)	2 (1.6)
Cada 2 hores	4 (66.7)	2 (33.3)	6 (4.8)
Cada 4 hores	9 (60.0)	6 (40.0)	15 (12.1)
Cada torn	14 (42.4)	19 (57.6)	33 (26.6)
En realitzar tècniques doloroses	19 (36.5)	33 (63.5)	52 (41.9)
Segons l'estat del nounat	36 (43.9)	46 (56.1)	82 (66.1)

Taula 3. Freqüència d'avaluació del dolor dels nounats.

No obstant això, en termes específics per a professionals d'infermeria i de la medicina, tant en hospitals espanyols com hospitals estrangers, els resultats foren similars.

7) *Quina escala s'utilitza a la seva unitat per a l'avaluació del dolor?*

En la resposta a la següent qüestió (125 validades i contestades correctament) ja es pot observar una divergència en la utilització de les escales de valoració del dolor. L'escala més utilitzada en termes generals, és l'avaluació personal seguida de la PIPP (taula 4).

Escales de valoració dolor	Infermer/a n (%)	Metge n (%)	Total n (%)
CRIES	2 (11.8)	15 (88.2)	17 (13.6)
PIPP	8 (30.8)	18 (69.2)	26 (19.7)
N-PASS	3 (50.0)	3 (50.0)	6 (4.8)
SGB	4 (40.0)	8 (60.0)	10 (8.0)
Pròpia de la unitat	13 (66.7)	6 (33.3)	18 (14.4)
Avaluació personal del professional	8 (23.5)	26 (76.5)	34 (27.2)

Taula 4. Escales de valoració del dolor més utilitzades.

8) *A la seva unitat, el personal sanitari segueix formació per unificar criteris sobre l'avaluació del dolor del nounat?*

Principalment, de les 133 respostes validades es pot percebre que majoritàriament els professionals no segueixen formació per a l'avaluació del dolor (taula 5).

	Sí n (%)	No n (%)	Ns/Nc n (%)
Formació per al dolor	58 (44)	64 (48)	11 (8%)

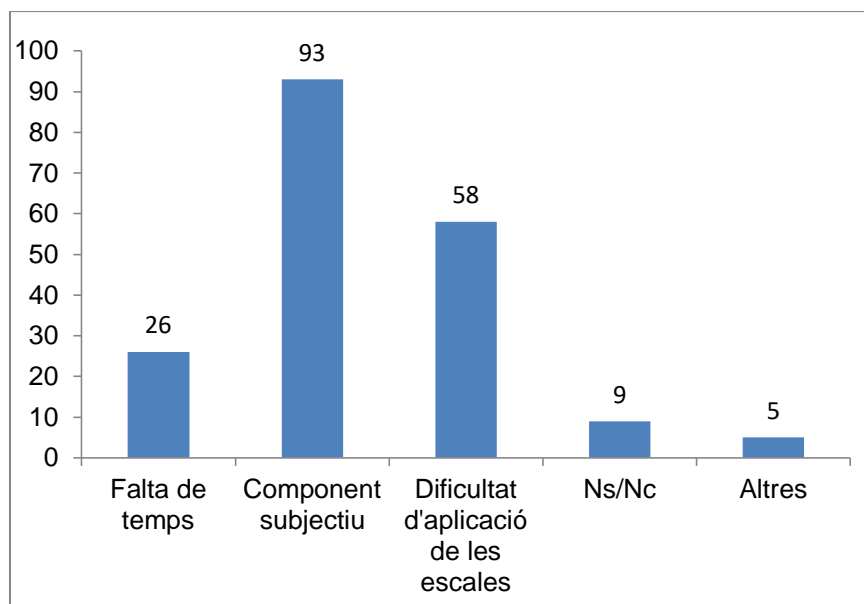
Taula 5. Formació per a l'avaluació del dolor.

Específicament, (amb 115 respostes validades) per categories d'hospitals estrangers el 61.8% (n=21) d'aquests es forma per a l'avaluació. Per contra, als hospitals espanyols la formació la segueixen menys de la meitat de la població enquestada en un 42% (n=34).

Comparant per categories professionals, els infermers dels hospitals espanyols (51.9%; n=14) segueixen més formació que els metges (37%; n=20) dels hospitals espanyols. Per contra, es pot observar que en la categoria d'hospitals estrangers aquesta formació augmenta sent la d'infermers en un 70% (n=14) i la de metges en un 41.7% (n=5).

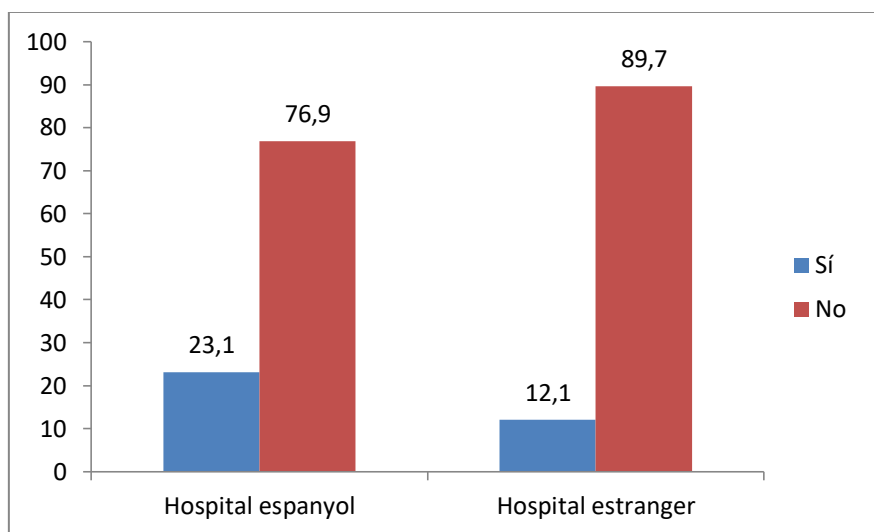
### 9) Quines dificultats troba en la valoració del dolor del nounat?

De les 124 respostes validades, majoritàriament els professionals sanitaris opinen que el component subjectiu de qui avalua és una dificultat a l'hora d'avaluar el dolor (il·lustració 16).



Il·lustració 16. Dificultats per a l'avaluació del dolor.

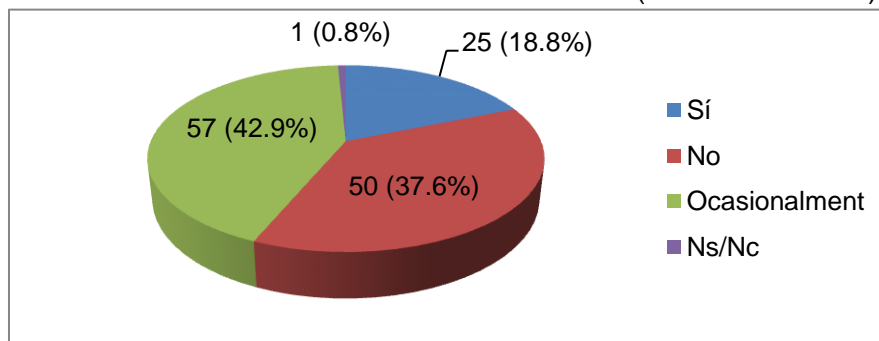
Hi hagueren diferències estadísticament significatives en les respostes a la variable "falta de temps" categoritzada per hospitals espanyols i hospitals estrangers (il·lustració 17).



Il·lustració 17. Comparativa variable falta de temps entre hospitals espanyols i hospitals estrangers (%).  $p < 0.05$ .

#### 10) Creu que el dolor del nounat s'avalua correctament?

De les 133 respostes validades, en categoria professional (infermer/es – metges/ses) afirmaren que només en un 19% ( $n=25$ ) s'avaluava correctament el dolor (il·lustració 18).



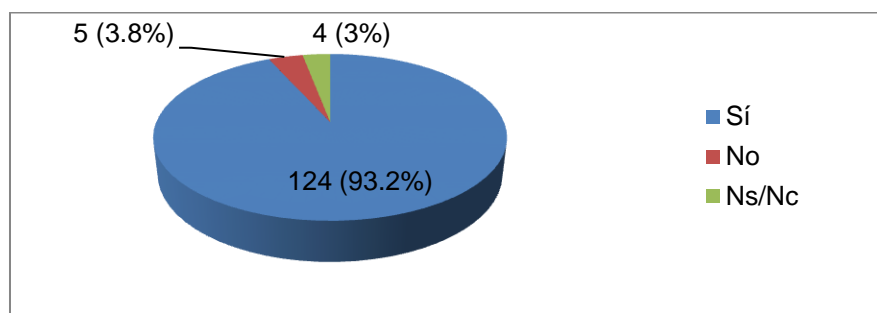
Il·lustració 18. Correcta avaluació del dolor.

Classificant la mostra per hospitals espanyols i hospitals estrangers, s'observà que els hospitals estrangers en un 42.9% afirmen que el dolor s'avalua correctament mentre que als hospitals espanyols la resposta fou sols del 6.7%.

Si les respostes es classifiquen per categories professionals s'observa que: els metges dels hospitals espanyols consideren que només en un 5.2% el dolor s'avalua correctament, similarmet als infermers que ho consideren en un 9.4%. No obstant, el 25% dels metges dels hospitals estrangers creuen que el dolor s'avalua correctament i els infermers dels hospitals estrangers ho creuen en un 52.4%.

11) Creu útil que la xifra de dolor es mostri al monitor de constants vitals?

La majoria dels professionals de la salut enquestats i en referència a aquesta qüestió en particular, de les 133 respostes validades, creuen en la utilitat de monitoritzar el dolor als nounats (il·lustració 19).

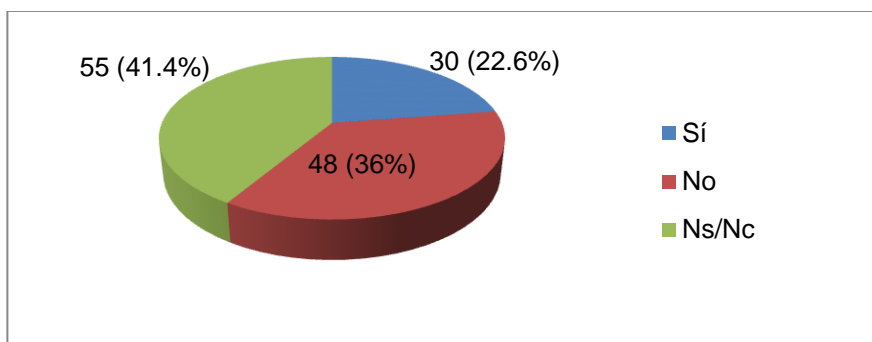


Il·lustració 19. Utilitat de monitoritzar el dolor.

12) Si el dolor s'avalués de manera automàtica, creu que seria fiable?

No obstant, tot i haver respost afirmativament la qüestió anterior, els professionals sanitaris (de les 133 respostes validades) únicament un 22.6% (n=30) confiarien en què el sistema fos fiable.

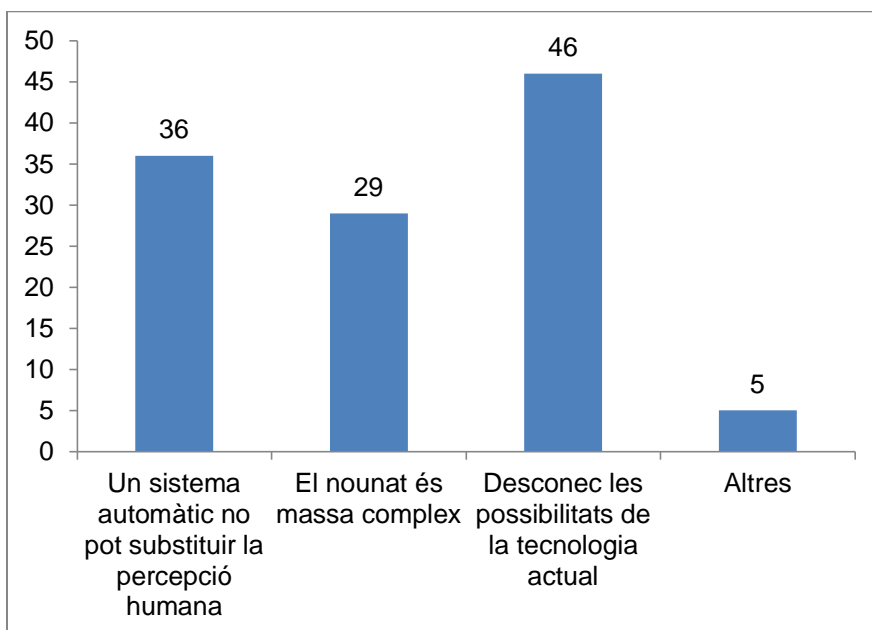
## 2a Part. L'estudi: Questionari d'opinió dels professionals sanitaris



Il·lustració 20. Fiabilitat del sistema automàtic de valoració del dolor.

13) Si a la pregunta anterior ha contestat “no”, quin és el motiu?

Aquesta pregunta no agrupà solament els que van contestar negativament la qüestió anterior, sinó que els enquestats volgueren participar més activament en el qüestionari i poder així reflectir millor la seva opinió. Es validaren 116 respostes. (il·lustració 19)



Il·lustració 21. Justificació manca de fiabilitat del sistema.

Els professionals sanitaris, a través del qüestionari també aportaren les seves opinions personals. Algunes d'elles es mostren a continuació:

- "Tendría que ser un sistema muy bien validado entre lo que mide el personal entrenado y lo que mide el sistema. Si fuese así, representaría un gran avance en la calidad de atención al neonato enfermo y una gran contribución a su bienestar."
- "Para poner opinar sobre la evaluación automática deberíamos tener conocimiento del programa."
- "Creo que en ocasiones el dolor en el neonato es difícil de detectar y de aislar de otras variables que afectan al paciente, estas escalas se benefician de la atención continuada de siempre el mismo personal que acaba identificando las señales de dolor del niño sobre todo muy prematuro."
- "La escala de dolor de nuestra unidad es una re-adaptación de varias".
- "Un sistema automático creo que complementa a la percepción o la valoración de un profesional entrenado."
- "A pesar que un número valorase el estado de dolor, no sería suficiente como única guía. Sería preciso valorar si esa cifra coincide con una situación o estado de dolor del neonato. Puede ser de ayuda pero no como única guía."
- "De la misma forma, existen diferentes situaciones que podrían alterar las constantes del recién nacido (por ejemplo frecuencia cardíaca, respiratoria, tensión arterial o glucemia) que podrían confundirse con estados de dolor, cuando este quizá no existiese"
- "Este estudio lo considero bueno y necesario."
- "Es muy interesante el planteamiento del estudio, me gustaría poder leer el proyecto, para saber el funcionamiento y cómo se mediría el dolor de forma automática (en qué parámetros se



## 2a Part. L'estudi: Questionari d'opinió dels professionals sanitaris

debe basar el dispositivo para su cálculo), si bien quizás falte el componente "subjetivo" y que no siempre los síntomas físico-clínicos nos dan toda la información para poder evaluar el dolor, creo que sería muy útil, no sólo para evaluarlo mejor, sino para tenerlo aún más presente en nuestra práctica diaria, y poder ajustar mejor los tratamientos tanto farmacológicos como no farmacológicos."

- "Como todo dispositivo requiere validación y probablemente interpretación por parte del médico pero me parece muy interesante."
- "Enfatizar el dolor del neonato como problema no tan cuidado en el s XXI en las reuniones científicas."
- "Una objetivación fácilmente identificable de dolor siempre ayudaría a mantener al neonato lo más confortable posible."
- "No obstante siempre hay que intentar ir por delante para prevenir el dolor previsible ante distintas técnicas, etc."
- "La valoración con test (Cries entre otros) son fundamentales. La tecnología complementaría / no sustituiría completamente."
- "El dolor neonatal siempre está infravalorado. Los sistemas automáticos de medición del dolor seguramente serían más objetivos que las escalas que usamos en la actualidad."
- "Science sans conscience n'est que ruine de l'âme..."
- "J'ai réalisé mon mémoire sur la douleur chez l'enfant il y a 25 ans! L'évolution depuis ce temps est minime alors que nos connaissances sur la douleur, ses mécanismes sont de plus en plus étudiés et connues."
- "Les équipes toutes professions confondues sont toujours autant timorées et timides pour traiter la douleur ! la culture, les croyances, le vécu de chacun de nous sont toujours bien ancrées dans nos habitudes quotidiennes de soignants, c'est bien dommage. "

- "J'espère que votre travail fera avancée les pratiques."
- "L'observation clinique de l'enfant et le contexte me paraissent important. "
- "Comment peuvent-ils venir compléter des valeurs calculées automatiquement. Merci et bonne continuation."
- "Sous-estime la douleur chez le nouveau-né et on la traite pas assez efficacement..." "
- "OBSERVATION et objectiver les faits. PRENDRE en compte /perception des parents. "
- "Évaluation selon aussi différents états de d'éveil. "
- "I think that pain in NICU is underestimated. It would be useful to apply an automatic system which does not increase work load. Many thanks. "
- "Pain assessment is often subjective and that generates mistakes. It is necessary to find a new method that can help human evaluation."

## **9. APANICU 1.0: SISTEMA AUTOMÀTIC PER A LA VALORACIÓ DEL DOLOR DELS NOUNATS INGRESSATS A LES UNITATS DE CURES INTENSIVES**

Per finalitzar el darrer i últim capítol d'aquesta tesi, aquesta secció tracta d'un sistema intel·ligent per avaluar el dolor / desconfort dels nounats ingressats a les unitats de cures intensives neonatals.

Aquestes unitats d'altíssima tecnologia han ajudat i han donat suport a nounats amb risc vital per a superar les difícils circumstàncies des del seu naixement.

La tecnologia informàtica avança ràpidament i les aplicacions en el camp de la salut seran cada vegada més nombroses.

Cada disciplina professional té la responsabilitat de millorar i d'avançar en el seu cos de coneixement.

La creació, el disseny i la validació d'un sistema de monitorització contínua del dolor representaria una millora de les cures als nounats, especialment als nounats malalts.

La importància d'aquest capítol ve donada pels motius exposats anteriorment, però amb un input més plaent però alhora atzarós: una idea infermera transmesa al camp de la informàtica crea una sinergia conjunta per tal de desenvolupar un sistema que permeti assegurar l'avaluació del dolor en aquests pacients extremadament vulnerables.

### **9.1. Objectius**

- Dissenyar i implementar un sistema intel·ligent de l'equip electrònic de monitorització de constants vitals per la valoració automatitzada i contínua del dolor del nounat en temps real.
- Estudiar els paràmetres conductuals del nounat que poden ser registrats mitjançant un sistema informatitzat no invasiu.

- Integrar els paràmetres fisiològics i conductuals al sistema informatitzat no invasiu.
- Mostrar una xifra resultant d'avaluació del dolor similar a la realitzada per un observador humà, mitjançant les escales validades per a l'avaluació del dolor neonatal.

## **9.2. Material i mètode**

Estudi tecnològic, experimental i transversal.

L'any 2014 es sol·licità la inscripció al registre de la propietat intel·lectual, s'estimà la petició amb número T – 157 – 14 i se li assignà número de seient registral 02/2014/3766. Per tal d'assegurar la confidencialitat de dades, s'omet el domicili del sol·licitant i els números dels documents nacionals d'identitat dels autors (annex 5).

### **9.2.1. Elecció de les escales d'avaluació del dolor de referència**

El sistema ha de mostrar una xifra, de manera automàtica, en el monitor de constants vitals. Aquesta xifra, calculada mitjançant l'aprenentatge automàtic, ha de ser similar a la que puntuaria un observador humà entrenat per l'ús de les escales seleccionades d'avaluació del dolor.

Al capítol 7 després de realitzar la revisió bibliogràfica, s'escollí l'escala Premature Infant Pain Profile (PIPP) per ser la més utilitzada a nivell internacional i l'escala Susan Givens Bell (SGB) per ser usada per a la valoració del dolor al centre on es realitzà la prova experimental (taula 6).

L'escala PIPP (Ballantyne, Stevens, McAllister, Dionne, & Jack, 1999) es desenvolupà per a nounats de 28 fins a 40 setmanes de gestació. És una escala acceptada per tenir en compte l'edat gestacional (annex 6).

L'escala Susan Givens Bell (Tietjen, 2001) és la més propícia per a l'avaluació del dolor neonatal. Valora la intensitat del dolor a través

dels canvis dels paràmetres conductuals i fisiològics en realitzar els procediments invasius (annex 7).

Paràmetres	PIPP	SGB
Edat Gestacional	X	
Despert/ dormit	X	X
Expressió facial	X	X
Plor		X
Moviments corporals	X	
Consolació		X
Tensió arterial		X
Freqüència cardíaca	X	X
Freqüència respiratòria	X	X
Saturació d'oxigen	X	X
<b>Puntuació total</b>	<b>0 – 21</b>	<b>0 – 20</b>

Taula 6. Variables considerades en PIPP i SGB para l'avaluació del dolor.

### 9.2.2. Planificació i desenvolupament del prototip: Recursos físics i humans

El prototip es creà amb el mitjans materials i humans del Departament d'Infermeria (Facultat d'Infermeria) i del Departament d'Enginyeria Informàtica i Matemàtiques (Escola Tècnica Superior d'Enginyeria – ETSE), ambdós de la Universitat Rovira i Virgili i, de la Unitat de Cures Intensives Neonatals de l'Hospital Universitari Joan XXIII de Tarragona.

El Departament d'Infermeria aportà dos professionals d'infermeria: una especialista en pediatria i l'estudiant de doctorat del qual ha sorgit aquesta tesi doctoral de l'elaboració de l'estudi.

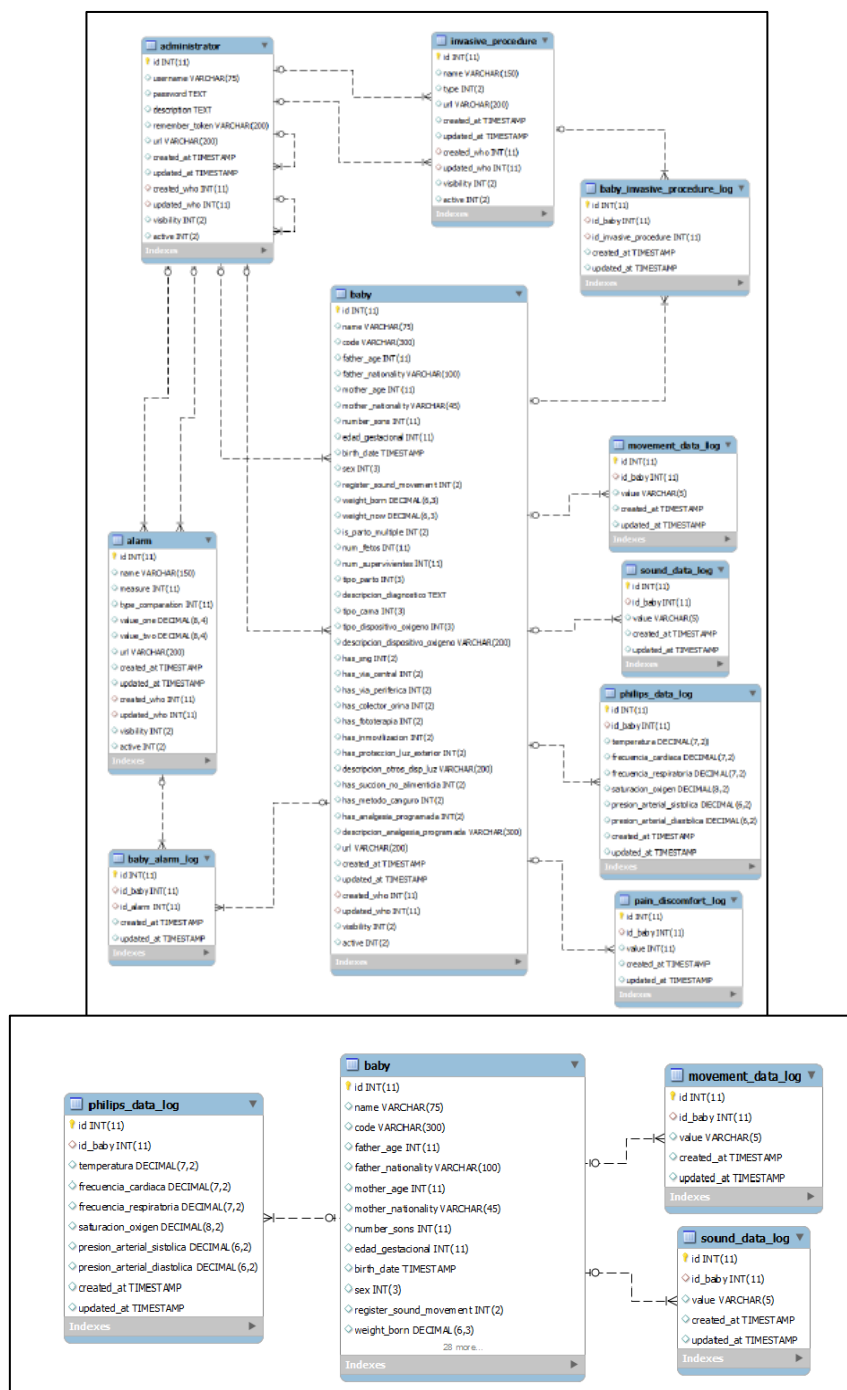
El Departament d'Enginyeria Informàtica i Matemàtiques, a través del seu grup de recerca Smart Health Research Group, cedí a disposició del projecte el laboratori d'investigació especialitzat en l'estudi de les ciències de la computació de la salut, específicament de la salut electrònica (e – Health) i de la salut mòbil (m – Health). Aquest grup de recerca aportà un enginyer informàtic de sistemes i doctorat en Enginyeria Informàtica de Sistemes i dos estudiants del Grau d'Enginyeria Informàtica i de Sistemes.

La Unitat de Cures Intensives Neonatals de l'Hospital Universitari Joan XXIII de Tarragona donà accés als pacients de l'estudi i a les seves famílies, després d'haver-los informat sobre el projecte que es realitzaria i signant el consentiment de participació de l'estudi. D'altra banda, a través de servei d'informàtica de l'hospital, s'accedí al servidor que controla la monitorització de constants vitals de la unitat i aportà la col·laboració dels professionals de la medicina i de la infermeria, mentre es realitzaven les proves a la unitat.

Per tant, l'equip que compon aquest projecte és de caràcter multidisciplinari, estableix convergències entre la vessant salut - investigació (infermeria), la vessant tecnològica (informàtica) i la vessant tecnològica – sanitària de la pràctica clínica diària (professionals de la medicina, de la infermeria i de la informàtica del centre d'estudi).

### **9.2.3. Etapes de desenvolupament del prototip (il·lustració 22)**

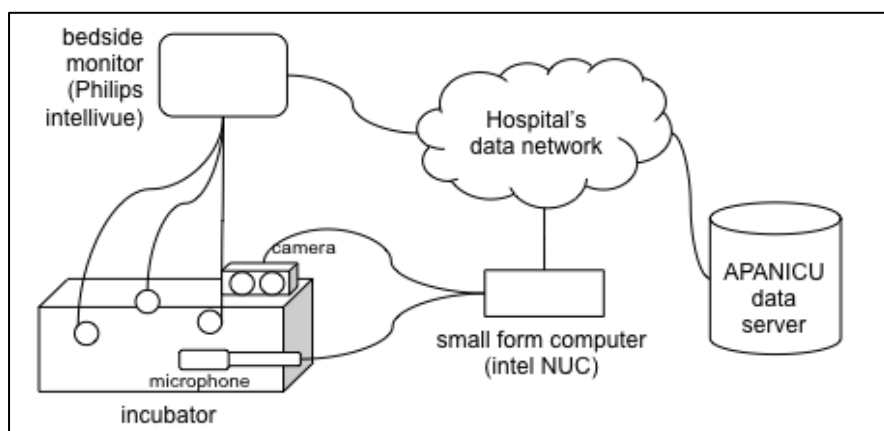
- Desenvolupament del programa informàtic i test de comprovació del mòdul de visió automatitzada.
- Integració a la base de dades dels paràmetres fisiològics i conductuals a avaluar i emissió d'un valor de dolor/desconfort.
- Realització d'una prova pilot del prototip als nounats de la UCIN.



Il·lustració 22. Diagrama de la base de dades i relació d'aquesta base entre el nounat i els paràmetres fisiològicoconductuals. Font: (Batista de Frutos, 2015)

### 9.2.4. Disseny del prototip APANICU 1.0

APANICU 1.0 és un prototip capaç de recollir, guardar i analitzar les dades fisiològiques: tensió arterial, freqüència cardíaca, freqüència respiratòria i saturació d'oxigen a través del servidor de monitorització de constants vitals del nounat i, de les dades de comportament: moviment del nounat a través d'una càmera instal·lada a la part superior de la incubadora, i del plor, a través d'un micròfon d'alta sensibilitat situat dins de la incubadora (il·lustració 23).



Il·lustració 23. Esquema del prototip APANICU 1.0.

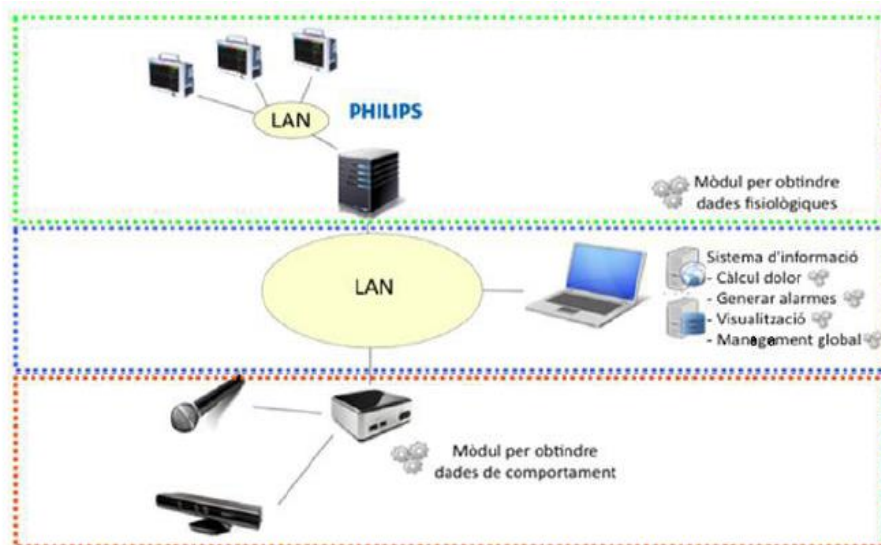
### Prototip APANICU 1.0

El prototip final es compon de tres mòduls que es descriuen a continuació:

- **Mòdul d'adquisició de dades:** (obtenció dels paràmetres fisiològics i conductuals). Tenint en compte que a la UCIN s'utilitza el sistema de monitorització Philips®, s'extrauen els paràmetres fisiològics a través de la infraestructura Philips IntelliVue® mitjançant el servidor HL7.



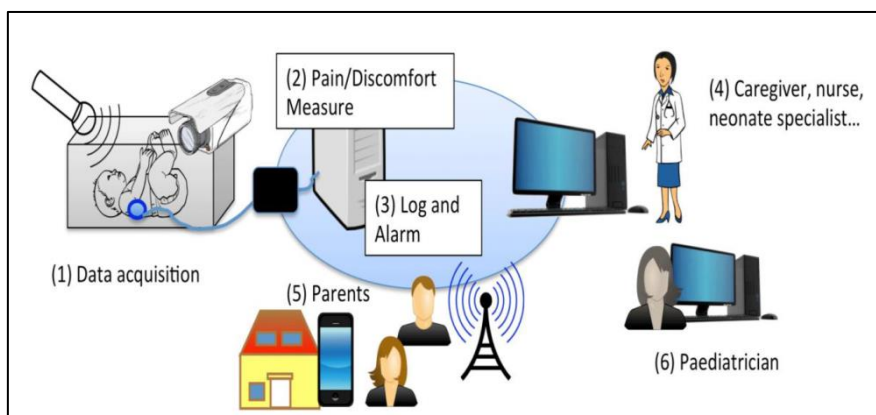
El moviment és captat per una càmera Kinect®. El so s'enregistra mitjançant un micròfon d'alta precisió. Ambdós dispositius es col·loquen sobre i a l'interior de la incubadora, respectivament, i els paràmetres conductuals s'executen en un mini PC Intel NUC® amb sistema operatiu UBUNTU 12.10® (il·lustració 24, 25 i 26).



Il·lustració 24. Visió general del sistema autònom d'avaluació del dolor.



Il·lustració 25. Visió computeritzada dels paràmetres conductuals. A l'esquerra de la imatge, es mostra la càmera Kinect® a sobre la incubadora (moviment) i el micròfon a l'interior de la incubadora per a la captació del plor. A la dreta de la imatge, s'observa l'obtenció dels paràmetres conductuals a través de visió computeritzada.



Il·lustració 26. Esquema del sistema a implementar.

**- Mòdul d'avaluació del dolor/desconfort:** Aquest mòdul executa les dades rebudes per via Local Àrea Network del mòdul anterior. S'utilitza un motor de base de dades MySQL® que funciona sota llenguatge SQL. L'algoritme per a l'anàlisi del dolor es basa en les alteracions dels paràmetres fisiològics i de comportament.

Es prengueren com a referència els valors de freqüència cardíaca, tensió arterial i freqüència respiratòria publicats per Wong i Whaley el 1997 (Wong & Whaley, 1997) (taula 7). Cada paràmetre pot obtenir un valor parcial entre 0, 1 i 2.

Tensió arterial mitjana (mmHg)				
	0 – 24 hores	25 – 72 hores	73 h – 7 dies	8 – 31 dies
<b>Nens</b>	54 – 92	55 – 93	57 – 95	67 – 105
<b>Nenes</b>	46 – 84	53 - 90	60 - 97	65 – 102
Freqüència cardíaca (bpm)				
0 – 7 dies		8 – 31 dies		
<b>Despert/a</b>	<b>Dormit/da</b>	<b>Despert/a</b>	<b>Dormit/da</b>	
100 – 180	80 – 160	100 – 220	80 – 200	

Taula 7. Valors normals de tensió arterial i freqüència cardíaca. Font: (Wong & Whaley, 1997)

L'algoritme del dolor té en compte quatre paràmetres fisiològics i dos paràmetres conductuals. Per a cada paràmetre, s'estableix un valor parcial de 0, 1 i 2. L'algoritme tècnic es mostra a la il·lustració 27.

Per als paràmetres fisiològics:

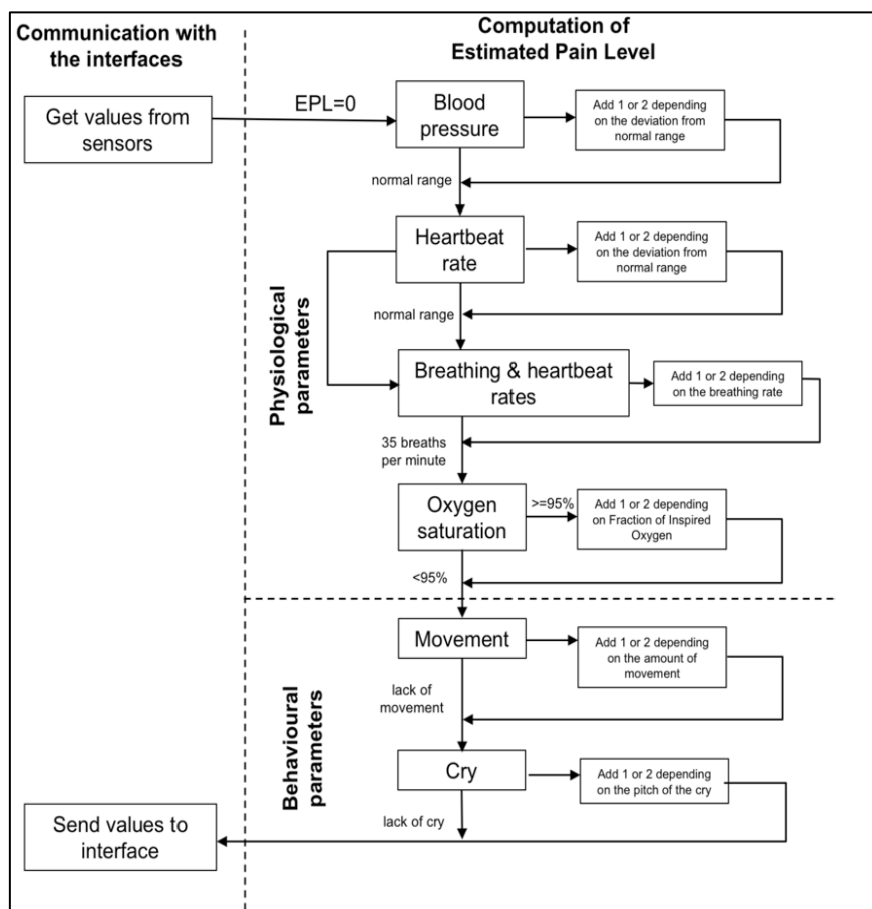
- Per a la pressió arterial s'estableixen els rangs mostrats a la taula 7. Si el valor rebut de pressió arterial mitjana pertany a valors normals de la taula, s'obté un valor 0. Si es registra un augment inferior a 10 mmHg s'atribueix valor de 1. Si es registra un augment superior a 10 mmHg s'assigna valor de 2.
- Per a la freqüència cardíaca es diferencia si el nadó està dormint o despert. Les condicions normals de freqüència cardíaca es mostren a la taula 7. Si la freqüència cardíaca està dins del rang normal, s'atribueix un valor 0. Si la freqüència cardíaca augmenta en un percentatge inferior al 20%, se li designa el valor 1. Si la freqüència cardíaca augmenta més d'un 20% s'assigna el valor 2.
- Per a la saturació d'oxigen s'atribueix un límit basal normal a aquella saturació per sobre del 95% (Givens Bell, 1994). Si el valor registrat és normal, s'assigna valor 0, si al nounat se li administra oxigen en una concentració d'entre el 21% - 24%, el valor és 1. Si l'administració d'oxigen és superior al 24% s'atribueix valor 2.
- Per a la freqüència respiratòria s'atribueix una mitjana normal de 35 rpm. Si la freqüència respiratòria augmenta en un percentatge inferior al 20%, s'assigna valor 1. Si la freqüència respiratòria augmenta més del 20%, s'atribueix un valor 2.

Per als paràmetres conductuals:

- Per al plor del nounat es comptabilitza l'últim valor de plor o queixa registrat a la base de dades per l'IntelNUC®. Es determina un valor 0 quan existeix un plor lleu (de 0Hz a

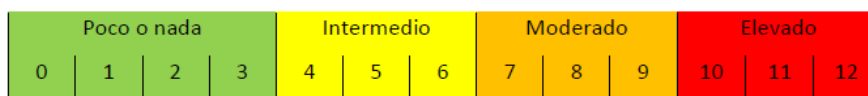
450Hz). Es determina valor 1 quan el plor és moderat (de 450Hz a 500Hz)(Manfredi, Tocchioni, & Bocchi, 2006; Runefors et al., 2000). S'assigna valor de 2 quan existeix plor vigorós o fort (> 500Hz) (Branco, Fekete, Rugolo, & Rehder, 2006; Sisto, Bellieni, Perrone, & Buonocore, 2006; Soltis, 2004). L'absència de so es determina amb valor 3.

- El moviment es tracta anàlogament al so. Si el nounat no es mou, el valor és 0. Si el nounat es mou mínimament, el valor és 1 i si el nounat mostra inquietud perllongada a través de mans i braços, el valor és 2.



Il·lustració 27. Resum de l'algorisme pel càlcul estimat del nivell de dolor.

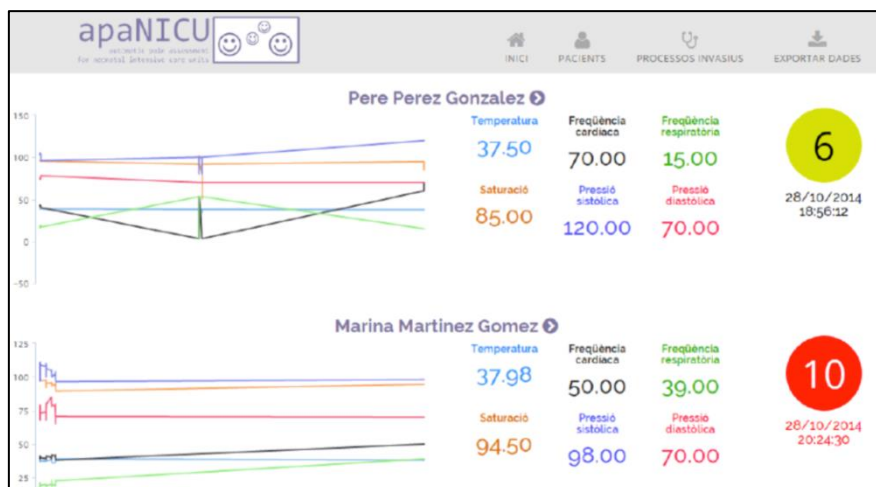
Segons detalls exposats anteriorment, l'escala del dolor del prototip es calcula sobre un màxim de 12 punts. En funció de la puntuació obtinguda, es decidí la interpretació que es mostra a la il·lustració 28.



Il·lustració 28. Escala de valoració del dolor APANICU 1.0.

Tots els graus de dolor calculats són guardats a la taula corresponent a la base de dades, i no solament aquells en què es detecta perill de dolor. El sistema detecta i avisa que existeix dolor.

- **Mòdul de registre i alarmes:** Aquest mòdul registra les dades en una base. Aquesta plataforma es visualitza a través d'una aplicació web. L'aplicació dona la mateixa informació que el monitor de capçalera de constants vitals. L'aplicació, a més, permet l'accés de manera remota, des de la sala de cures, etc. Un altre objectiu d'aquest mòdul fou crear les alarmes específiques per saber si el nounat pateix dolor i, conseqüentment, avisar els professionals sanitaris (il·lustració 29).



Il·lustració 29. Panell frontal del prototip APANICU 1.0. En aquest test es mostren dos nounats monitoritzats. Per a cada un, s'observen els paràmetres fisiològics i el valor de dolor estimat (encerclat).

### **9.3. Aspectes ètics**

Durant l'estudi es seguiren els principis establerts a la Declaració de Hèlsinki (Asociación Médica Mundial, 2008) i les normes legals de bona pràctica clínica (CPMP/ICH/135/95)(Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios, 2002).

Els pares/mares i/o representants legals que decidiren participar en l'estudi van ser informats amb el full d'informació al pacient (annex 8) i signaren el consentiment informat (annex 9).

Tal i com s'ha exposat anteriorment, el disseny de l'estudi s'aprovà pel Comitè d'Ètica i d'Investigació Clínica de l'Hospital Universitari Joan XXIII de Tarragona (Resolució N ° 47/2014 de 15 de juliol de 2014).

L'autor declarà no tenir cap conflicte d'interessos.

### **9.4. Resultats**

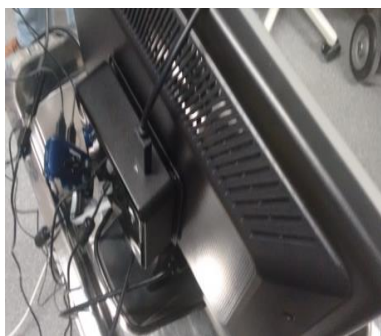
#### **9.4.1. Instal·lació d'APANICU 1.0 a la Unitat de Cures Intensives Neonatals**

Realitzades les proves del prototip APANICU 1.0 a l'entorn laboratori, posteriorment, s'instal·là el prototip a la UCIN.

Poder verificar el sistema en un entorn real serveix per demostrar la seva fiabilitat i utilitat per tal de poder millorar la qualitat de l'atenció que s'ofereix a l'hospital. A més, en fer el pas de laboratori a entorn real, s'observaren les complicacions que sorgiren tant a nivell tècnic (problemes a l'hora de connectar-se als dispositius, modificar configuracions del sistema o dels aparells,...) com a nivell social (redissenyar canvis per fer el sistema més senzill per a l'usuari o autònom, més funcionalitats que no s'havien considerat, dependència de terceres persones alienes al projecte, etc.

Especificar que la UCIN és un entorn en què l'asèpsia és estricta. L'entrada de personal extern (pares, mares i/o altres professionals sanitaris) s'ha de garantir en condicions d'asèpsia amb l'ús de

bates i polaines. Per tant, a l'hora d'introduir el prototip a la unitat, s'hagué de realitzar la neteja pertinent de tots els elements amb solucions bactericides (il·lustració 30).



Il·lustració 30. Desinfecció del mòdul de visió computeritzada (captació de paràmetres conductuals).

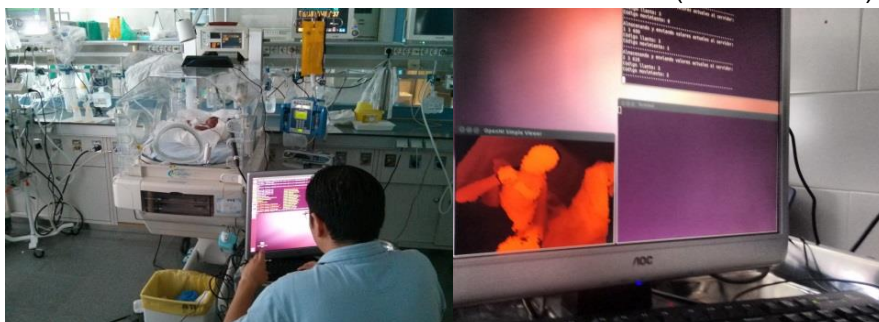
Amb el sistema de visió computeritzada desinfectat es realitzaren les següents accions:

Validar l'obtenció de les dades fisiològiques dels monitors Philips IntelliVue® i que s'enviïn correctament al servidor (il·lustració 31).



Il·lustració 31. Obtenció de paràmetres fisiològics a partir de la central de monitorització de constants vitals.

Validar l'obtenció de les dades de comportament d'un nounat i que s'enviessin les dades correctament al servidor (il·lustració 32).



Il·lustració 32. Connectivitat, configuració i transmissió de les dades de visió computeritzada.

Validar l'aplicació web dissenyada i rebre correctament la informació enviada per part dels sistemes integrats (il·lustració 33).



Il·lustració 33. Aplicació web per a l'obtenció del valor de dolor calculat (paràmetres fisiològics i paràmetres conductuals) pel prototip APANICU 1.0.



La primera verificació que es realitzà va ser la configuració del servidor de Philips® per exportar la informació. Un tècnic informàtic configurà el servidor de Philips per tal d'enviar la informació per un port concret, seguint les indicacions del manual (Zaleski, 2009). El mòdul d'obtenció de dades fou capaç de rebre-les, descodificar-les i enviar-les al servidor.

Per altra banda, la comunicació IntelNUC – servidor presentà una sèrie de problemes que es descriuen a continuació:

L'IntelNUC, juntament amb la càmera Kinect® i el micròfon d'alta precisió han d'estar a prop de la incubadora del nounat que es vol monitoritzar. El problema és que l'IntelNUC només té connectivitat Ethernet i la sala de la UCIN no disposa de connectivitat Ethernet per a connectar-se a la xarxa interna de l'hospital. Amb el contratemps presentat sorgiren dues solucions: recablejar la sala (costós, tant en temps com en preu) o dipositar un cable Ethernet des de l'IntelNUC pel mig de la sala fins a la rosseta Ethernet més propera (perillós pels professionals sanitaris que estaven duien a terme les seves tasques). Per tant, no es va poder validar la tramesa de les dades de l'IntelNUC® a l'hospital (tot i que ja va ser validat per separat al laboratori de simulació).

L'alternativa que es presentà fou utilitzar una connectivitat creant una xarxa sense fils. Es disposà d'un adaptador Wi-Fi per USB (Gutiérrez, 2015). Es creà una xarxa amb connectivitat Wi – Fi a dues IP estàtiques cedides pel departament d'informàtica de l'hospital dins d'una subxarxa de classe C (10.84.135.0/24). Quan cada màquina tingué la seva IP corresponent, la comunicació entre ambdues seguia sense existir (en realitzar un ping retornava un missatge de "Host Unreachable"). Es sospità d'algun mecanisme de protecció o filtre a la xarxa Wi-Fi que bloquejava algun punt. Així que es disposà d'un router i aquest es connectà a la xarxa Wi – Fi (192.168.1.0/24). Tant el servidor com l'IntelNUC® es connectaven a aquesta xarxa, i se'ls proporcionava una direcció IP. La connectivitat es resolgué i el sistema global pogué ser validat.

#### **9.4.2. Funcionament del prototip. Mesura manual-prototip**

Un observador A (professional sanitari) avaluà manualment el dolor del nounat utilitzant les escales PIPP i SGB. Un observador B (professional sanitari) valorà simultàniament el dolor del nounat amb l'ús de les escales PIPP i SGB.

El prototip APANICU 1.0 valorà en temps real el dolor experimentat pel nounat seguint l'algorisme prèviament descrit. El full de recollida de dades està disponible a l'annex 10.

El prototip s'instal·là a l'àrea de monitorització central dels nounats. El sistema fou capaç de recollir les dades, guardar-les, analitzar-les i obtenir un valor final de dolor. Per tant, el sistema funcionà en temps real.

#### **9.4.3. Mesures efectuades**

Es realitzaren 11 mesures (n=11).

La mitjana d'edat gestacional va ser  $32.00 \pm 7.23$  setmanes.

Mitjana de pes en néixer:  $2046.50 \pm 1409.27$  grams.

El 63.6% de la mostra foren nounats de gènere femení i (n=7) el 36.4% (n= 4) de gènere masculí.

El 54.5% (n= 6) correspongueren a parts distòcics, el 45.5% (n= 5) eutòcics.

Envers l'entorn terapèutic el 72.7% (n=8) de nounats es disposaven en incubadora, amb ventilació mecànica no invasiva 36.4% (n= 4), el 27.3% (n= 3) amb intubació traqueal i amb dispositius d'administració d'oxigen (ulleres nasals, oxigenoteràpia d'alt flux, etc.) el 27.3% (n= 3).

El 36.4% (n=4) eren portadors de sonda nasogàstrica, al 72.7% (n= 8) se'ls instaurà un catèter central i el 90.2% (n= 10) eren portadors de bolquer.

La causa principal d'ingrés a la UCIN fou la prematuritat, posteriorment l'asfíxia neonatal, les convulsions, fractura de clavícula, fenotip/hipotonia congènita especial.

El 90.9% (n= 10) dels nounats no tenien pauta de cap analgèsia farmacològica.

Durant la prova pilot, tots els nounats mostraren un nivell de dolor lleu en estat basal (taula 8 – il·lustració 34).

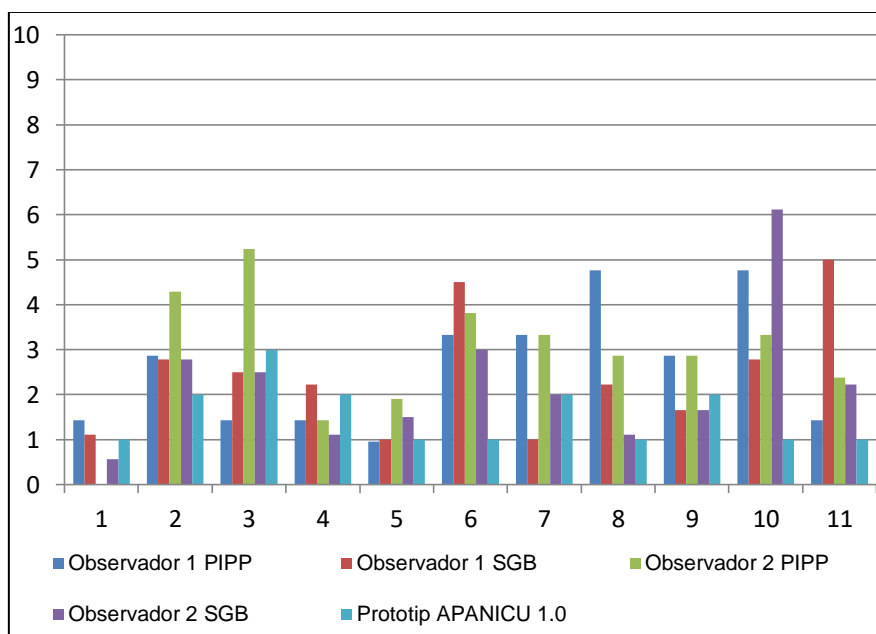
La mitjana de dolor de l'observador A en PIPP va ser de  $2.6 \pm 1.4$  i SGB:  $2.4 \pm 1.3$  (Coeficient de correlació de Spearman  $p = 0.15$ ).

La mitjana de dolor de l'observador B en PIPP va ser de  $2.9 \pm 1.4$  i en SGB:  $2.2 \pm 1.5$  (Coeficient de correlació de Spearman  $p = 0.79$ ).

La mitjana de dolor valorada pel prototip APANICU 1.0 va ser  $1.55 \pm 0.69$ .

Observador 1		Observador 2		Prototip
PIPP	SGB	PIPP	SGB	APANICU 1.0
1,43	1,11	0	0,56	1
2,86	2,78	4,29	2,78	2
1,43	2,5	5,24	2,5	3
1,43	2,22	1,43	1,11	2
0,95	1	1,9	1,5	1
3,33	4,5	3,81	3	1
3,33	1	3,33	2	2
4,76	2,22	2,86	1,11	1
2,86	1,66	2,86	1,66	2
4,76	2,78	3,33	6,11	1
1,43	5	2,38	2,22	1

Taula 8. Avaluacions de dolor observador A, observador B i prototip APANICU 1.0



Il·lustració 34. Gràfic de mesures del dolor d'observador A, B i APANICU 1.0.

L'anàlisi multivariant (ANOVA) entre les mitjanes de valor de PIPP (observador A i B) i APANICU 1.0 fou  $F=3.62$  ( $p=0.03$ ). Entre les mitjanes de valor de SGB (observador A i B) i APANICU 1.0 va ser  $F=2.99$  ( $p=0.06$ ).

A la taula 9 es mostra la correlació entre les mitjanes de dolor analitzades per APANICU 1.0 i la mitjana d'avaluació del dolor realitzades pels observadors A i B.

	Observador A		Observador B	
	PIPP	SGB	PIPP	SGB
<b>APANICU 1.0</b>	-0.144 ( $p = 0.67$ )	0.115 ( $p = 0.74$ )	0.435 ( $p = 0.18$ )	0.077 ( $p = 0.82$ )

Taula 9. Coeficient de correlació de Spearman (correlació significativa  $<0.05$ ).

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
APANICU 1.0: SISTEMA AUTOMÀTIC PER A LA VALORACIÓ DEL DOLOR DELS NOUNATS INGRESSATS A LES  
UNITATS DE CURES INTENSIVES  
Josep Oriol Casanovas Marsal  
ISBN: 978-84-697-7365-9

### **3A PART. CONSIDERACIONS GENERALS DE LA TESI**

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
APANICU 1.0: SISTEMA AUTOMÀTIC PER A LA VALORACIÓ DEL DOLOR DELS NOUNATS INGRESSATS A LES  
UNITATS DE CURES INTENSIVES  
Josep Oriol Casanovas Marsal  
ISBN: 978-84-697-7365-9

## 10. ANALISI I DISCUSSIÓ

Els resultats d'aquesta tesi doctoral han desencadenat una sèrie d'aportacions sobre la valoració i el tractament del dolor dels nounats ingressats a les unitats de cures intensives neonatals.

A continuació, es planteja la discussió organitzada en funció dels tres eixos principals de l'estudi, que s'han descrit anteriorment.

### **Sobre les escales d'avaluació del dolor neonatal**

Els resultats de la revisió sistemàtica mostren que la recerca en l'àmbit de la valoració del dolor neonatal ha augmentat. Des del 1987, quan l'Acadèmia Americana de Pediatria va plantejar la importància sobre el maneig del dolor en els nounats, han estat diversos els esforços precisos i constants per millorar l'avaluació i el seu tractament (González Fernández & Fernández Medina, 2012).

La població prematura més estudiada són els nounats nascuts entre 28 i 32 setmanes de gestació, anomenats molt prematurs, tot i que les dades publicades per l'Institut Nacional d'Estadística (INE, 2017) mostren que el nombre de naixements prematurs són més nombrosos entre els nounats d'entre 32 a 37 setmanes de gestació (anomenats prematurs moderats – tardans).

Pràcticament, tots els països amb equips d'atenció neonatal duen a terme algun tipus d'investigació sobre el dolor dels nounats.

S'ha incrementat l'evidència a favor de l'ús d'analgèsia farmacològica o no farmacològica (Bauchner, 1991). S'han detectat un major nombre de publicacions a favor de l'ús de mesures no farmacològiques (succió no nutritiva, ús de solucions glucosades o el mètode cangur) més que no pas l'ús de mesures farmacològiques (R Carbajal, Veerapen, Couderc, Jugie, & Ville, 2003; Weise & Nahata, 2005). No obstant, sigui quina sigui la mesura per a pal·liar el dolor, encara existeixen problemes especials a l'hora de tractar-lo i, en gran mesura, si el problema detectat és el tractament, inversament també la valoració esdevé una assignatura pendent.



Els motius pels quals la mesura del dolor és un aspecte difícil a l'hora d'implementar és degut a la influència dels factors de desenvolupament (Goldenberg et al., 2008), la dificultat de diferenciar dolor de desconfort, la sensació de gana (Michelsson & Michelsson, 1999) o simplement la necessitat de companyia (Als, 2015).

La investigació sobre l'avaluació i maneig del dolor dels nounats s'incrementa i la visibilitat científica n'és un gran exemple. Es publiquen més de 40 escales de valoració del dolor (Cong et al., 2013). Aquestes escales validades i usades a les unitats neonatals s'adapten, en la seva mesura, ja sigui per l'ús solament dels paràmetres conductuals com també incloent-hi l'ús dels paràmetres fisiològics.

No obstant i malgrat la proliferació d'eines per a l'avaluació del dolor, encara són nombrosos els processos invasius i dolorosos que s'efectuen al nounat sense l'ús de mesures analgèsiques (Avila-Alvarez et al., 2015).

L'estudi EPIPAIN (R Carbajal et al., 2008) va posar de manifest les tècniques invasives que es realitzaven a un nounat quan restava hospitalitzat, així com l'analgèsia utilitzada. Malgrat l'exposició demostrada que un nounat patia dolor, l'estudi EUROPAIN (Puntillo et al., 2014) tornà a remarcar que els processos invasius a les unitats de cures intensives eren extremadament freqüents i, que la no utilització d'analgèsia podria comportar conseqüències per al nounat, tant a curt com a llarg termini. Per aquest mateix motiu, es proposà la creació de guies de pràctica clínica o protocols consensuats entre les diferents unitats per tal de permetre una més fàcil sedació, analgèsia i valoració del dolor dels nounats (Avila-Alvarez et al., 2015).

### **Sobre l'enquesta als professionals de les Unitats de Cures Intensives Neonatals**

L'enquesta als professionals sanitaris que exerceixen la seva tasca a les UCIN mostra una elevada experiència. No obstant, els resultats obtinguts mereixen una reflexió. Portem més de dues dècades amb les mateixes polèmiques (Bauchner, 1991).

La reflexió es dirigeix a la política sanitària de les UCIN on es continuen realitzant processos invasius i no invasius (Ricardo Carbajal et al., 2008; Jeong et al., 2014), amb absència d'aplicació de mesures tant farmacològiques com no farmacològiques, augmenta així la incidència de dolor en la població pediàtrica (Reinoso, 2013).

És evident que un nounat pateix dolor i que aquest pot contribuir a desenvolupar conseqüències futures (Badr, 2013; Gonçalves et al., 2010; Ranger & Grunau, 2014; Vederhus et al., 2012) i a la literatura existeixen nombroses escales d'avaluació del dolor neonatal (Cong et al., 2013), no obstant, als resultats de l'enquesta, majoritàriament els professionals sanitaris avaluen segons l'estat del nounat. Aquest fet es podria demostrar segons l'aplicació a nivell internacional del NIDCAP (NIDCAP, 2016) o similarmet l'aplicació de les cures infermeres centrades en el desenvolupament (Centers for Disease Control and Prevention, 2010).

Tot i així, aquestes dues metodologies creen divergències amb les recomanacions de l'estudi EUROPAIN (Avila-Alvarez et al., 2015) i d'altres estudis (Akuma & Jordan, 2012) on es recomana establir unes pautes de control per a l'avaluació del dolor, i posteriorment, el seu tractament.

Segueix sent una assignatura pendent la formació per a l'avaluació del dolor. Els resultats no són sorprenents ja que a nivell internacional els professionals reben més formació que no pas als hospitals espanyols. Més específicament, només la meitat de la població enquestada envers els infermers dels hospitals espanyols reben formació i, en el cas dels metges, només un terç. A nivell internacional, aquesta xifra augmenta en ambdues categories professionals, sent la d'infermers en un 70% i la de metges en un 40%, aproximadament.

Aquesta manca de formació s'expressa en què els professionals creuen que les eines per valorar el dolor són de difícil aplicació.

Si l'aplicació d'aquestes eines són dificultoses, certament l'avaluació del dolor s'efectuarà incorrectament. El dolor a les UCIN està menystingut (Akuma & Jordan, 2012; Foster et al., 2013; Lago et al., 2005) i aquest fet provoca que els professionals sanitaris limitin el llindar de bona praxi amb el tractament del dolor.

La coneixença i l'aplicació de guies clíniques és escassa (Lago et al., 2005), l'existència de documentació per a la valoració i el tractament del dolor segueix s'aplica en menys de la meitat de les institucions sanitàries (Gradin & Eriksson, 2011). Tot i la coneixença de certes eines per avaluar el dolor com les escales CRIES, PIPP o NIPS, en certs centres hospitalaris les utilitzen entre una quarta i tercera part (Akuma & Jordan, 2012).

Existeixen diversos factors predisposats, però aquests resultats no són sorprenents ja que a la comunitat científica s'han trobat resultats similars. A què és deguda aquesta actitud?

### **Sobre el prototip APANICU 1.0**

Les tecnologies de la informació i la comunicació per a la salut i la medicina (Agah, 2014; Solanas et al., 2014) són una eina que poden contribuir a resoldre aquesta problemàtica.

L'ús de sistemes informatitzats per avaluar el dolor i el malestar a les UCIN porten més d'una dècada amb l'intent d'instaurar-se al camp de la neonatologia (Ledowski et al., 2006). Possiblement fruit de la manca de consens en l'establiment de protocols per a l'avaluació del dolor.

L'observació de l'alteració dels paràmetres fisiològics, quan el nounat pateix dolor s'inicià a meitat de la dècada dels noranta (Johnston et al., 1995). És d'extrema evidència que el dolor altera, tant la dimensió psicològica (manifestacions conductuals) com la dimensió física (alteracions de paràmetres fisiològics), i que l'aplicació de mesures farmacològiques disminueixen aquestes alteracions (Shenkman, Johnson, Zurakowski, Arnon, & Sethna, 2012).

A partir de l'observació dels canvis hemodinàmics i psicològics que un el nascut recentment experimenta, es començaren a crear els primers sistemes de reconeixement del dolor neonatal a través de la conducció per pell, fins i tot, comercialitzant-lo com un producte al mercat de la biomedicina (Ledowski et al., 2007; Med-Storm Innovation, 2012). Posteriorment, la investigació vers la valoració del dolor dels nadons sorgí amb la identificació de l'expressió facial com a mètode per a l'avaluació del dolor (Graham-Rowe, 2008). Similarment, també es creà a través de "*l'internet de les coses – internet of things*" un sistema capaç de valorar el dolor neonatal amb el reconeixement facial (Zhong & Liu, 2011).

Prèviament, ja s'ha esmentat que per a la valoració del dolor neonatal, l'ús d'escales multidimensionals és una realitat (Mello Serpa et al., 2007; Morison, Grunau, Oberlander, & Whitfield, 2001), fins i tot comparant l'extrema correlació entre escales que integren l'ús de paràmetres conductuals amb les que inclouen també els paràmetres fisiològics (Cuenca & Guinsburg, 2012).

APANICU 1.0 no suplanta altres innovacions tecnològiques, les quals utilitzen nous sistemes d'avaluació del dolor dels nounats, per exemple la sudoració palmar (Ledowski et al., 2007).

La proposta d'APANICU 1.0 és integrar les escales de valoració del dolor multidimensionals ja validades prèviament per la comunitat científica, d'actual ús i acceptació pels equips experts en neonatologia. Una d'elles, específicament la PIPP, s'utilitza des de la dècada dels noranta (Ballantyne et al., 1999).

D'altra banda, pel seu disseny es crearen diferents algorismes en funció de l'alteració dels paràmetres fisiològics i conductuals establerts als manuals de pediatria (Wong & Whaley, 1997).

El resultat és que tant el sistema de captació, emmagatzematge i transferència de la informació, funcionà satisfactòriament. La principal troballa en el desenvolupament d'APANICU 1.0 ha estat que la valoració del dolor a través d'un sistema automàtic és possible ja que els paràmetres a analitzar són totalment compatibles amb l'ús de la tecnologia informàtica.

No obstant, cal esmentar que els resultats obtinguts no s'han ajustat en la seva totalitat a la hipòtesi formulada inicialment.

Les primeres proves en temps real que es van efectuar al laboratori de simulació Smart Health Research Group, van assolir satisfactòriament l'objectiu de captació i interpretació de les dades. Però en el moment de fer les proves a l'UCIN de l'Hospital Joan XXIII de Tarragona, es va fer palesa que la captació del plor i del moviment ha de ser més acurada, per exemple, amb la instal·lació de càmeres dins la incubadora amb capacitat de segmentació del cos del nounat i el perfeccionament del software d'anàlisi de dades.

La investigació en neonatologia és un autèntic desafiament ètic, ja que els nens són un exemple de població vulnerable a causa de la seva manca d'autonomia per decidir participar o no d'una investigació, però els assaigs clínics són essencials perquè aquests nens tinguin dret a rebre les millors cures possibles, això s'aconsegueix amb la investigació (González Fernández & Fernández Medina, 2012; Lynch Pueyrredón, Muracciole, Kundson, Stepansky, & del Valle, 2007). La naturalesa múltiple en la metodologia dels estudis no s'ha d'interpretar, solament, com una falta de consens dirigida a una línia d'investigació sobre el dolor sinó com un intent reiterat per reforçar l'evidència científica per abordar el maneig del dolor neonatal de manera segura i eficaç.

Diversos han estat els interessos per desenvolupar aquesta tesi:

- Primerament, la capacitat d'innovació d'aquest projecte, amb el disseny d'un prototip que és capaç de valorar el dolor dels nounats ingressats a les UCIN.
- Segonament, les sinergies que s'han creat entre dues disciplines totalment heterogènies, la informàtica i la infermeria.
- Tercerament, l'exploració i síntesi sobre les diferents maneres d'avaluar el dolor a un nadó.
- I, per últim, el desenvolupament d'un qüestionari per conèixer les opinions dels professionals sanitaris.

## 11. CONCLUSIONS

A continuació, es mostren les conclusions en relació a la hipòtesi i als objectius plantejats en aquesta tesi doctoral.

És possible l'avaluació automàtica del dolor dels nounats ingressats a les unitats de cures intensives per mitjà de l'aprenentatge automàtic i, amb l'aplicació de la intel·ligència artificial transcriure els paràmetres conductuals de variables qualitatives a variables quantitatives. Tanmateix, és possible l'adquisició dels paràmetres fisiològics a través de la monitorització contínua de les constants vitals, a fi efecte, d'establir sinergies entre els paràmetres fisiològics i conductuals introduïts en el software amb l'obtenció final del número de dolor que percep el nounat.

La hipòtesi plantejada s'assolí satisfactòriament. S'aconsegüí l'avaluació automàtica de dolor dels nounats; s'obtingueren els paràmetres fisiològics i conductuals, s'analitzaren i s'obtingué el número de dolor real que percep el nounat. A continuació, es mostren els diferents objectius plantejats en aquesta tesi doctoral i la seva resolució.

### **Objectiu general:**

Dissenyar i implementar un sistema intel·ligent a l'equip electrònic de monitorització de constants vitals per a la valoració automatitzada i contínua del dolor, en temps real, als nounats ingressats a la unitat de cures intensives.

### **1) Identificar quines escales de valoració del dolor són de major ús a les unitats de cures intensives neonatals.**

Es pot considerar que amb la revisió sistemàtica, assoleix l'objectiu d'identificació d'escales més utilitzades. La revisió sistemàtica és una eina potencialment útil a l'hora de cercar troballes científiques en un període de temps establert.

En utilitzar la Declaració Prisma com a directriu essencial per evitar possibles biaixos, els articles seleccionats es consideren representatius de la realitat clínica estudiada.

Actualment, es fa palesa una utilització desigual d'aquestes escales, ja que s'han identificat més de 16 instruments diferents en els estudis revisats.

Són de major proliferació les escales que solament utilitzen paràmetres conductuals envers les que es complementen amb els fisiològics. No obstant, l'escala amb més visibilitat científica i de més ús continua essent la Premature Infant Pain Profile, creada a finals de la dècada dels noranta.

Cal dir que a les unitats d'atenció neonatal, el tractament del dolor es essencial i ha de ser prescrit de manera curosa, a partir d'una avaluació integral i és crucial el paper dels professionals d'infermeria. S'ha d'emprar l'escala amb la qual els professionals estiguin més familiaritzats i realitzar-la sistemàticament segons la condició clínica del nounat. Possiblement, mai s'arribi a un consens total per a la utilització d'una o altra escala d'avaluació del dolor, però el veritablement important no ho és tant l'instrument emprat com que aquesta avaluació del dolor es faci de manera protocol·litzada a tots els nadons.

## **2) Conèixer quina és l'opinió dels professionals sanitaris envers un sistema automàtic per a la valoració del dolor dels nounats ingressat a les UCI.**

El qüestionari ha permès de forma prou il·lustrativa conèixer l'opinió dels professionals de les UCIN, no solament sobre el prototip APANIU sinó també en relació a l'avaluació del dolor neonatal.

La resposta dels especialistes fa evident la situació actual als diversos països. Hi ha formes de procedir que encara es mantenen en el temps com ara que l'avaluació del dolor neonatal només es faci correctament en ocasions.

L'avaluació del dolor es fa segons l'estat del nadó i no seguint un protocol establert, independentment de quina sigui la situació clínica del nen.

Els professionals posen en relleu que la principal dificultat per a l'avaluació correcta del dolor és el component subjectiu de qui el valora, però en la majoria d'UCIN no s'ha seguit cap formació per unificar criteris entre els mateixos professionals.

Cal remarcar que classificant els resultats per hospitals espanyols i hospitals estrangers, es trobaren diferències: als hospitals estrangers se seguia més formació per a l'avaluació del dolor. Tot i així, al conjunt general de la mostra, la valoració del dolor segueix sent una assignatura pendent.

Portem més de dues dècades amb les mateixes polèmiques. És evident que un nounat pateix dolor, i que, aquest pot provocar conseqüències futures.

La reflexió es dirigeix a la política sanitària de les UCIN, on es realitzen processos invasius i no invasius amb una avaluació deficient del dolor i la conseqüent absència de l'aplicació de mesures analgèsiques, tant farmacològiques com no farmacològiques, s'augmenta així, la incidència de dolor en la població pediàtrica.

La possibilitat que la valoració del dolor s'automatitzés, es considerarà un element atractiu entre els professionals sanitaris, de gran utilitat però amb certa expectació, atès el seu desconeixement sobre les possibilitats de la tecnologia actual i la inevitable idea que un sistema automàtic no pot substituir la percepció humana.

Totes les innovacions han hagut de lluitar contra dels prejudicis del moment, només caldria recordar l'escepticisme que va rebre en el seu dia, per posar un exemple, la detecció transcutània de la bilirubina.



### **3) Estudiar els paràmetres conductuals del nounat que poden ser registrats mitjançant un sistema informatitzat no invasiu.**

Al prototip es van integrar de forma molt bàsica els paràmetres que indica l'escala PIPP, la més utilitzada en les UCIN.

Els mòduls d'adquisició de dades conductuals i fisiològiques van funcionar correctament. Capten, emmagatzemen i analitzen els paràmetres de comportament del nounat, i es mostra una xifra de dolor en el monitor del sistema.

Les xifres d'avaluació del dolor obtingudes pels dos observadors humans, presenten diferències. La conclusió és que el component subjectiu humà en l'avaluació del dolor és molt poderós i que un sistema automàtic podria ser molt útil per pal·liar aquesta situació.

APANICU 1.0 funcionà i obtingué bona resposta entre els professionals sanitaris de la UCIN on es realitzaren les mesures, però tot i que s'obtingueren unes xifres de dolor en el nadó, cal treballar molt en el perfeccionament del sistema.

Durant el desenvolupament d'aquesta tesi en el moment de crear el prototip, es demanà finançament a diverses organitzacions, tant públiques com privades. Es creu que la manca d'objectivitat i la visió innovadora del projecte ha passat desapercibuda i obté solament finançament per part de la Universitat Rovira i Virgili. Sense aquest finançament, la creació d'APANICU 1.0 no hauria estat possible. D'altra banda, si el finançament hagués estat major, s'haurien pogut crear varis prototips més sofisticats i, alhora, realitzar diverses valoracions del dolor.

La JCAHO va suggerir que el dolor fos avaluat com la CINQUENA constant vital.

És necessària la instauració de protocols d'avaluació i tractament del dolor neonatal.

La implementació de les Cures Centrades en el Desenvolupament i Família a totes les UCIN inclou un canvi important en les rutines de treball i passen les intervencions terapèutiques en si mateixes a un segon pla. Els nadons hospitalitzats són un repte en

l'assistència sanitària actual. Es creu que, més enllà del seguiment dels nounats i la contribució a la millora de les tasques professionals de la salut, com ara el sistema APANICU 1.0 ajudaran a millorar la investigació en l'atenció neonatal i encaixaran a la pràctica diària d'una manera natural.

## 12. LIMITACIONS DE L'ESTUDI

L'estudi realitzat ha permès assolir els objectius plantejats inicialment, tot i que, els resultats obtinguts no es corresponen amb els que s'havien esperat.

Certes limitacions han aparegut en el desenvolupament d'aquest projecte.

Primerament, la manca de finançament per poder desenvolupar un prototip més sofisticat en termes de software i, poder així, analitzar més minuciosament els paràmetres conductuals del nadó.

Segonament, si el finançament hagués estat major, s'haurien pogut adquirir i dissenyar més prototips a fi i efecte d'aplicar-los i verificar-los a més d'un nadó simultàniament.

Tercerament, entre la comunicació del mòdul d'adquisició de dades conductuals i l'APANICU 1.0 es detectaren errors de connexió a causa del bloqueig de la xarxa informàtica de l'hospital per tal de protegir la seguretat informàtica del centre.

D'altra banda, la central de monitorització de constants vitals estava protegida. Aquest fet provocà que s'invertissin més dies en la investigació per poder obrir els ports i així, finalment, obtenir els paràmetres fisiològics del nounat.

Una altra dificultat, l'obtenció de nounats en un entorn en què aquests són extremadament vulnerables, i en què els familiars viuen una experiència dolorosa (i no tant sols de dolor físic, sinó també psicològic) fa que l'obtenció de la mostra sigui més difícil.

I, per últim, dins el marc d'aquesta tesi, l'intent d'haver publicat els resultats en revistes de factor d'impacte no ha estat del tot satisfactori. Aquest fet convida a la reflexió sobre la indexació de revistes i el seu factor d'impacte a través de la revisió "*peer review*".

### 13. LÍNIES FUTURES D'INVESTIGACIÓ

Durant el període d'estudi, s'observà que l'execució de la visió per càmera Kinect® i l'anàlisi del plor en un entorn real com la UCIN necessiten modificacions més precises per aconseguir els següents reptes:

- L'aplicació de tècniques de visió artificial per detectar el moviment del nounat en incubadores cobertes no és senzill. Les proves es realitzaren solament en incubadores descobertes.
- Resta pendent d'experimentar amb la càmera en una incubadora coberta per simular el cicle dia/nit.
- Es podria experimentar el registre del moviment amb sensors específics instal·lats al matalàs de la incubadora o bressol.
- Seria necessari el registre del rostre del nounat. Per assolir aquest objectiu futur, s'haurien d'ampliar el nombre de càmeres i modificar el programari d'entrada de dades dels mòduls 1 i 2.
- L'anàlisi del plor en un ambient com la Unitat de Cures Intensives és complex. L'escenari és sorollós, encara que es procuri reduir la contaminació acústica al màxim. S'haurien de realitzar les mesures de soroll ambiental contínues i en temps real i introduir-les al programa perquè discernís i eliminés la contaminació acústica a l'hora de calcular el plor.
- El càlcul del dolor envers la configuració de les dades fisiològiques es realitzà a través d'uns estàndards publicats, no obstant, cada nounat té la seva resposta fisiològica

basal. Aquest fet condueix al reajustament d'una nova configuració del mòdul dels paràmetres fisiològics.

Per finalitzar, afirmar que el control adequat del dolor depèn d'una bona avaluació prèvia. És responsabilitat dels professionals sanitaris participar activament en aquest procés.

El dolor no és menys intens en els nens que en els adults, encara que els pacients pediàtrics no sàpiguen o no puguin expressar-se. La dificultat de valorar el dolor augmenta quan menor és l'edat del nen. Dificil resposta per una qüestió plantejada:

**Però quant dolor té un nounat?**

## 14. FINANÇAMENT I DIFUSIÓ DE LA RECERCA

Des de l'inici d'aquesta tesi fins al final amb la plasmació dels resultats i assolida la creació del prototip APANICU 1.0, han estat diverses les presentacions del projecte per obtenir finançament. A continuació, es mostren les diferents postulacions i les seves resolucions:

- Desembre 2013. Programa d'ajuts per a la valorització del coneixement 2013 (R2B2013). Centre de Transferència i Innovació. Universitat Rovira i Virgili. Concedit – 4000€. Resolució en 13 de desembre del 2013 amb núm. de sol·licitud 2013R2B-06.
- Febrer del 2014. Beca de la Fundación Española del Dolor. Sociedad Española del Dolor. Desestimada.
- Desembre 2014. Convocatòria per aconseguir beca al millor projecte de recerca. III Jornada INVESTINF. Suport a la recerca Infermera Tarragona. Organitzada pel Col·legi Oficial d'Infermeres i Infermers de Tarragona. Desembre 2014. Desestimada.
- Març 2015. EFIC – Grünenthal Grant. Grünenthal Group. Import sol·licitat: 32000€. Desestimat.
- Març 2015. Beca projecte Daniel Bravo. Fundació Privada Daniel Bravo Andreu. Import sol·licitat 243600€. Desestimada.
- Desembre 2015. Convocatòria de projectes de desenvolupament tecnològic en salut. Subdirección General de Evaluación y Fomento de la Investigación. Instituto de Salud Carlos III. Ministerio de Economía y Competitividad. Solicitud DTS15/00045. Import sol·licitat: 79475€. Desestimat.

Revistes científiques:

- Martínez-Ballesté A, Casanovas-Marsal J-O, Batista de Frutos E, García-Martínez M. APANICU 1.0: On the Automation of

### 3a part. Consideracions generals: Finançament i difusió de la recerca

Pain Assessment in neonatal Intensive Care Units. Nursing Outlook. Enviat.

- Casanovas-Marsal J-O, García-Martínez M. Pain Assessment tools in neonatal intensive care units: A systematic review. Journal of Nursing Research. Enviat.

Aquesta tesi s'ha difós científicament en les següents jornades, simposis i congressos:

- Sessió oral. Martínez-Ballesté A, Casanovas-Marsal J-O, Solanas A, Casino F, García-Martínez M (June 11-12, 2014). An autonomous System to Assess, Display and communicate the Pain Level in Newborns. IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications. ISCTE – University of Lisbon. Portugal.
- Ponència. Casanovas-Marsal J-O. (Desembre 2, 2016). APANICU 1.0 Automatic Pain Assessment in Neonatal Intensive Care Units. Sistema Automàtic per a la Valoració del Dolor als Nounats a les U.C.I. IX Jornades d'Infermeria Terres de l'Ebre: Innovació en infermeria: Avançant cap al futur. Universitat Rovira i Virgili. Tortosa.
- Ponència. Casanovas-Marsal J-O. (Desembre 13, 2016). APANICU 1.0 Automatic Pain Assessment in Neonatal Intensive Care Units. Sistema Automàtic per a la Valoració del Dolor als Nounats a les U.C.I. 2a Jornada d'Innovació i Recerca. Col·legi Oficial d'Infermeres i Infermers de Tarragona.
- Pòster. Casanovas-Marsal J-O, García-Martínez M (June, 2017). Valoración y tratamiento del dolor en neonatos: La asignatura pendiente. International Council of Nurses Congress. International Council of Nurses. Barcelona. Acceptat.
- Sessió paral·lela. Casanovas-Marsal J-O, Batista de Frutos E, Martínez-Ballesté A, García-Martínez M. (June, 2017). APANICU 1.0. Prototipo real de valoración del dolor en

neonatologia. International Council of Nurses Congress.  
International Council of Nurses. Barcelona. Acceptat.

Aquest projecte ha estat guardonat amb els següents premis:

- Convocatòria 2016 (2 Desembre 2016). 5a edició dels Premis de Recerca d'Infermeria de l'Associació d'Antics Alumnes i Amics de la Facultat d'Infermeria patrocinat per la Fundació Cinca – Piqué. 1r premi al treball científic: APANICU 1.0. Sistema automático para la valoración del dolor en neonatos en unidades de cuidados intensivos neonatales.
- 2a Jornada d'Innovació i Recerca: Obrint els ulls a la investigació. Col·legi Oficial d'Infermeres i Infermers de Tarragona. Convocatòria 2016 (13 de desembre 2016). 1r premi al millor treball de recerca: Sistema automático para la valoración del dolor en neonatos en unidades de cuidados intensivos.



## 15. BIBLIOGRAFIA

- Abbasoglu, A., Tugrul, M., Ulas, A., Anuk, D., Agah, M., Ecevit, A., & Tarcan, A. (2015). Acupressure at BL60 and K3 points before heel lancing in preterm infants. *Explore*, 11(5), 363-366. <http://doi.org/10.1016/j.explore.2015.07.005>
- Acuña, J., Alba, C., Barrio, C., López, M., Palacios, A., & Pallás, C. (2010). Cuidados desde el nacimiento: Recomendaciones basadas en pruebas y buenas prácticas. *Ministerio de Sanidad y Política de España*, 23-27. Recuperat de <http://www.msssi.gob.es/organizacion/sns/planCalidadSNS/pdf/equidad/cuidadosDesdeNacimiento.pdf>
- Adarraga, P., & Zaccagnini, J. (1994). *Psicología e inteligencia artificial*. (Trotta, Ed.) (1a ed). Madrid.
- Agah, A. (2014). *Medical Applications of Artificial Intelligence*. (T. & F. Group, Ed.) (1a ed). New York.
- Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios. (2002). *Normas de buena práctica clínica* (Vol. 3). Recuperat de [http://ec.europa.eu/enterprise/pharmaceuticals/eudralex/vol3\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/pharmaceuticals/eudralex/vol3_en.htm)
- Agra Varela, Y., Aguayo Maldonado, J., Álvarez González, M., Botet Mussons, F., Bustos Lozano, G., Díaz Torres, P., ... Hernández Agu, A. (2014). Unidades de neonatología. Estándares y recomendaciones de calidad. *MINISTERIO DE SANIDAD, SERVICIOS SOCIALES E IGUALDAD*, 175. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Ahn, Y. (2006). The relationship between behavioral states and pain responses to various NICU procedures in premature infants. *Journal of tropical pediatrics*, 52(3), 201-5. <http://doi.org/10.1093/tropej/fmi099>
- Ahn, Y., & Jun, Y. (2007). Measurement of pain-like response to various NICU stimulants for high-risk infants. *Early human development*, 83, 255-262. <http://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2006.05.022>
- Akcan, E., Yiğit, R., & Atici, A. (2009). The effect of kangaroo care on pain in premature infants during invasive procedures.

- Turkish journal of pediatrics*, 51(1), 14-8. Recuperat de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19378885>
- Akuma, A., & Jordan, S. (2012). Pain management in neonates: A survey of nurses and doctors. *Journal of Advanced Nursing*, 68(6), 1288-1301. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2011.05837.x>
- Albarracín Cárdenas, A. (2007). Dolor: Historia, morfofisiología, evaluación y costo. *Revista colombiana de enfermería*, 2(2), 7-18.
- Als, H. (2015). The importance of silence. *Developmental observer*, 8(1), 1-28. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Armero, P., Muriel, C., Santos, J., Sánchez-Montero, F., Rodríguez, R., & González-Sarmiento, R. (2004). Genetic foundations of pain. *Rev. Soc. Esp. Dolor*, 11, 444-451.
- Asociación Médica Mundial. (2008). Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. *WMA DoH*. Recuperat de [http://www.reumatologia.org.ar/userfiles/file/investigacion-farmaco-clinica/inv\\_clinica\\_faltante.doc](http://www.reumatologia.org.ar/userfiles/file/investigacion-farmaco-clinica/inv_clinica_faltante.doc)
- Avila-Alvarez, A., Carbajal, R., Courtois, E., Pertega-Diaz, S., Anand, K., & Muñoz-Garcia, J. (2015). Valoración clínica del dolor en unidades de cuidados intensivos neonatales españolas. *Anales de Pediatría*. <http://doi.org/10.1016/j.anpedi.2015.09.019>
- Azarmnejad, E., Sarhangi, F., Javadi, M., & Rejeh, N. (2015). The Effect of Mother's Voice on Arterial Blood Sampling Induced Pain in Neonates Hospitalized in Neonate Intensive Care Unit. *Global journal of health science*, 7(6), 198-204. <http://doi.org/10.5539/gjhs.v7n6p198>
- Badiee, Z., Nassiri, Z., & Armanian, A. (2014). Cobedding of twin premature infants: Calming effects on pain responses. *Pediatrics and Neonatology*, 55(4), 262-268. <http://doi.org/10.1016/j.pedneo.2013.11.008>
- Badr, L. (2013). Pain in Premature Infants: What Is Conclusive Evidence and What Is Not. *Newborn and Infant Nursing Reviews*, 13(2), 82-86.

<http://doi.org/10.1053/j.nainr.2013.03.002>

- Ballantyne, M., Stevens, B., McAllister, M., Dionne, K., & Jack, A. (1999). Validation of the premature infant pain profile in the clinical setting. *The clinical journal of pain*, *15*, 297-303.
- Batista de Frutos, E. (2015). *Disseny i implementació d'un sistema d'informació per analitzar el dolor en nounats en UCIs neonatals*. Tarragona.
- Batton, D., Barrington, K., & Wallman, C. (2006). Prevention and Management of Procedural Pain in the Neonate: An Update. *Pediatrics*, *118*(5), 2231-2241. <http://doi.org/10.1542/peds.2015-4271>
- Bauchner, H. (1991). Procedures , pain and Parents. *Pediatrics*, *87*(4), 563-565.
- Bauer, K., Ketteler, J., Hellwig, M., Laurenz, M., & Versmold, H. (2004). Oral Glucose before Venepuncture Relieves Neonates of Pain , but Stress Is Still Evidenced by Increase in Oxygen Consumption , Energy Expenditure , and Heart Rate. *PEDIATRIC RESEARCH*, *55*(4), 695-700. <http://doi.org/10.1203/01.PDR.0000113768.50419.CD>
- Beacham, P. (2004). Behavioral and Physiological Indicators in High-Risk Infants. *JOGNN*, *33*(2), 246-255. <http://doi.org/10.1177/0884217504263267>
- Belliemi, C., Cordelli, D., Caliani, C., Palazzi, C., Franci, N., Perrone, S., ... Buonocore, G. (2007). Inter-observer reliability of two pain scales for newborns. *Early Human Development*, *83*, 549-552. <http://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2006.10.006>
- Belliemi, C., Tei, M., Coccina, F., & Buonocore, G. (2012). Sensorial saturation for infants' pain. *The journal of maternal-fetal & neonatal medicine*, *25*(Suppl 1), 79-81. <http://doi.org/10.3109/14767058.2012.663548>
- Blencowe, H., Cousens, S., Oestergaard, M., Chou, D., Moller, A., Narwal, R., ... Lawn, J. (2012). National, regional, and worldwide estimates of preterm birth rates in the year 2010 with time trends since 1990 for selected countries: A systematic analysis and implications. *The Lancet*, *379*(9832), 2162-2172. [http://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60820-4](http://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60820-4)

- Borges, N., Batista, J., & Carvalho, Z. (2008). Evaluation of analgesic effect of skin-to-skin contact compared to oral glucose in preterm neonates. *Pain*, 139, 28-33. <http://doi.org/10.1016/j.pain.2008.02.031>
- Boyle, E., Freer, Y., Khan-Orakzai, Z., Watkinson, M., Wright, E., Ainsworth, J., & McIntosh, N. (2006). Sucrose and non-nutritive sucking for the relief of pain in screening for retinopathy of prematurity: a randomised controlled trial. *Archives of disease in childhood. Fetal and neonatal edition*, 91(3), F166-8. <http://doi.org/10.1136/adc.2005.087668>
- Branco, A., Fekete, S., Rugolo, L., & Rehder, M. (2006). The newborn pain cry: descriptive acoustic spectrographic analysis. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, 71(4), 539-46. <http://doi.org/10.1016/j.ijporl.2006.11.009>
- Bueno, M., Stevens, B., Ponce, P., Toma, E., Jornada, V., & Kimura, A. (2012). Breast milk and glucose for pain relief in preterm infants: a noninferiority randomized controlled trial. *Pediatrics*, 129(4), 664-70. <http://doi.org/10.1542/peds.2011-2024>
- Campbell-Yeo, M., Johnston, C., Joseph, K., Feeley, N., Chambers, C., & Barrington, K. (2012). Cobedding and recovery time after heel lance in preterm twins: results of a randomized trial. *Pediatrics*, 130(3), 500-6. <http://doi.org/10.1542/peds.2012-0010>
- Cano, J., & de Juan, S. (2006). Valoración del dolor: quinta constante vital. *Rev. Soc. Esp. Dolor*, 6, 428-429.
- Canton Arenas, M., & Vélez González, F. (2001). Dolor en neonatos. *Revista Mexicana de Algología*, 4, 19-24.
- Carbajal, R., Rousset, A., Danan, C., Coquery, S., Nolent, P., Ducrocq, S., ... Bréart, G. (2008). Epidemiology and treatment of painful procedures in neonates in intensive care units. *JAMA: the journal of the American Medical Association*, 300(1), 60-70. <http://doi.org/10.1001/jama.300.1.60>
- Carbajal, R., Rousset, A., Danan, C., Coquery, S., Nolent, P., Ducrocq, S., ... Bréart, G. (2008). Epidemiology and treatment of painful procedures in neonates in intensive care units. *JAMA: the journal of the American Medical Association*,

- 300(1), 60-70. <http://doi.org/10.1001/jama.300.1.60>
- Carbajal, R., Veerapen, S., Couderc, S., Jugie, M., & Ville, Y. (2003). Analgesic effect of breast feeding in term neonates: *BMJ*, 326(January), 13-15.
- Carwin, M., Lester, B., & Golub, H. (1996). Current Problems in Pediatrics The Infant Cry: What Can It Tell Us? *Current Problems in Pediatrics*, 26(9), 324-334.
- Catelin, C., Tordjman, S., Morin, V., Oger, E., & Sizun, J. (2005). Clinical, physiologic, and biologic impact of environmental and behavioral interventions in neonates during a routine nursing procedure. *The journal of pain : official journal of the American Pain Society*, 6(12), 791-7. <http://doi.org/10.1016/j.jpain.2005.07.010>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2010). Increasing Prevalence of Parent-Reported Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Among Children: United States, 2003 and 2007. *Morbidity And Mortality Weekly Report*, 59(44), 1444-1447. <http://doi.org/mm5944a5> [pii]
- Chrysostomou, C., Schulman, S., Herrera, M., Cofer, B., Mitra, S., Da Rocha, M., ... Gramlich, L. (2014). A phase II/III, multicenter, safety, efficacy, and pharmacokinetic study of dexmedetomidine in preterm and term neonates. *Journal of Pediatrics*, 164(2), 276-282.e3. <http://doi.org/10.1016/j.jpeds.2013.10.002>
- Cignacco, E., Denhaerynck, K., Nelle, M., Bühner, C., & Engberg, S. (2009). Variability in pain response to a non-pharmacological intervention across repeated routine pain exposure in preterm infants: a feasibility study. *Acta paediatrica*, 98(5), 842-6. <http://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2008.01203.x>
- Cignacco, E., Hamers, J., van Lingen, R., Zimmermann, L., Müller, R., Gessler, P., & Nelle, M. (2008). Pain relief in ventilated preterm infants during endotracheal suctioning: a randomized controlled trial. *SWISS MED WKLY*, 138(43-44), 635-645.
- Codipietro, L., Ceccarelli, M., & Ponzzone, A. (2008). Breastfeeding or oral sucrose solution in term neonates receiving heel lance: a randomized, controlled trial. *Pediatrics*, 122(3), e716-21.

<http://doi.org/10.1542/peds.2008-0221>

- Cogen, M., Parker, J., Sleep, T., Elsas, F., Metz, T., & McGwin, G. (2011). Masked trial of topical anesthesia for retinopathy of prematurity eye examinations. *Journal of AAPOS*, *15*(1), 45-8. <http://doi.org/10.1016/j.jaapos.2010.11.011>
- Cong, X., McGrath, J., Cusson, R., & Zhang, D. (2013). Pain assessment and measurement in neonates: an updated review. *Adv Neonatal Care*, *13*(6), 379-95. <http://doi.org/10.1097/ANC.0b013e3182a41452>
- Couto, A., Sanudo, A., Ramos, V., Pereira, R., Barbosa, F., & Guinsburg, R. (2012). Efficacy of tramadol versus fentanyl for postoperative analgesia in neonates. *Arch Dis Child Fetal Neonatal*, *97*(1), F24-9. <http://doi.org/10.1136/adc.2010.203851>
- Cuenca, M., & Guinsburg, R. (2012). Differences between uni- and multidimensional scales for assessing pain in term newborn infants at the bedside. *Clinics*, *67*(10), 1165-1170. [http://doi.org/10.6061/clinics/2012\(10\)08](http://doi.org/10.6061/clinics/2012(10)08)
- de Jesus, J., Tristao, R., Storm, H., da Rocha, A., & Campos, D. (2011). Heart rate, oxygen saturation, and skin conductance: a comparison study of acute pain in Brazilian newborns. *Conference proceedings: Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Conference, 2011*, 1875-9. <http://doi.org/10.1109/IEMBS.2011.6090532>
- de la Vega, R., Roset, R., Castarlenas, E., Sánchez-Rodríguez, E., Solé, E., & Miró, J. (2014). Development and testing of painometer: A smartphone app to assess pain intensity. *Journal of Pain*, *15*(10), 1001-1007. <http://doi.org/10.1016/j.jpain.2014.04.009>
- Deindl, P., Unterasinger, L., Kappler, G., Werther, T., Czaba, C., Giordano, V., ... Olischar, M. (2013). Successful implementation of a neonatal pain and sedation protocol at 2 NICUs. *Pediatrics*, *132*(1), e211-8. <http://doi.org/10.1542/peds.2012-2346>
- Dijk, M., de Boer, J., Koot, H., Tibboel, D., Passchier, J., & Duivenvoorden, H. (2000). The reliability and validity of the

- COMFORT scale as a postoperative pain instrument in 0 to 3-year-old infants. *Pain*, 84(2-3), 367-377.
- Dilli, D., Cullas, N., Utku, E., Zenciroglu, A., Simsek, Y., & Okumus, N. (2014). Oral sucrose and non-nutritive sucking goes some way to reducing pain during retinopathy of prematurity eye examinations. *Acta paediatrica*, 103(12), e513. <http://doi.org/10.1111/apa.12793>
- Dunbar, A., Sharek, P., Mickas, N., Coker, K., Duncan, J., McLendon, D., ... Johnston, C. (2006). Implementation and case-study results of potentially better practices to improve pain management of neonates. *Pediatrics*, 118 Suppl, S87-94. <http://doi.org/10.1542/peds.2006-0913E>
- Duran, R., Vatansever, U., Acunaş, B., & Süt, N. (2009). Comparison of temporal artery, mid-forehead skin and axillary temperature recordings in preterm infants <1500 g of birthweight. *Journal of paediatrics and child health*, 45(7-8), 444-7. <http://doi.org/10.1111/j.1440-1754.2009.01526.x>
- Eriksson, M., & Finnstro, O. (2004). Can daily repeated doses of orally administered glucose induce tolerance when given for neonatal pain relief? *Acta paediatrica*, 93(18), 246-249. <http://doi.org/10.1080/08035250310008041>
- Eriksson, M., Gradin, M., & Schollin, J. (1999). Oral glucose and venepuncture reduce blood sampling pain in newborns. *Early human development*, 55, 211-218.
- Ersek, M., & Poe, M. (2004). Dolor. En S. Mantik Lewis, M. McLean Heitkemper, & S. Ruff Dirksenm (Ed.), *Enfermería medicoquirúrgica. Valoración y cuidados de problemas clínicos* (p. 135-164). Madrid.
- Fernández-Torres, B., Márquez-Espinós, C., & De las Mulas, M. (1999). Dolor y enfermedad : evolución histórica . II . Del siglo XIX a la actualidad. *Rev Soc Esp Dolor*, 6, 368-379.
- Fernández-Torres, B., Márquez, C., & de las Mulas, M. (1999). Dolor y enfermedad : evolución histórica I . De la Prehistoria a la Ilustración. *Rev Soc Esp Dolor*, 6, 281-291.
- Foster, J., Spence, K., Henderson-Smart, D., Harrison, D., Gray, P., & Bidewell, J. (2013). Procedural pain in neonates in Australian hospitals: A survey update of practices. *Journal of*

- Paediatrics and Child Health*, 49(1), E35-E39.  
<http://doi.org/10.1111/jpc.12064>
- Gancedo García, C., Malmierca Sánchez, F., Hernández-Gancedo, C., & Reinoso Barbero, F. (2008). Curso de formación continuada de dolor en Pediatría. *Pediatría Integral*, 1-24.
- Ghaffari, V., Fattahi, S., Taheri, M., Khademloo, M., Farhadi, R., & Nakhshab, M. (2014). The comparison of pain caused by suprapubic aspiration and transurethral catheterization methods for sterile urine collection in neonates: A randomized controlled study. *The Scientific World Journal*, 2014.  
<http://doi.org/10.1155/2014/946924>
- Gibbins, S., Stevens, B., McGrath, P., Dupuis, A., Yamada, J., Beyene, J., ... Ohlsson, A. (2008). Changes in physiological and behavioural pain indicators over time in preterm and term infants at risk for neurologic impairment. *Early human development*, 84(11), 731-8.  
<http://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2008.05.004>
- Gibbins, S., Stevens, B., Yamada, J., Dionne, K., Campbell-Yeo, M., Lee, G., ... Taddio, A. (2014). Validation of the Premature Infant Pain Profile-Revised (PIPP-R). *Early Human Development*, 90(4), 189-193.  
<http://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2014.01.005>
- Giboney, G. (2004). Are there long-term consequences of pain in newborn or very young infants? *The Journal of perinatal education*, 13(3), 10-7.  
<http://doi.org/10.1624/105812404X1725>
- Gitto, E., Pellegrino, S., Manfrida, M., Aversa, S., Trimarchi, G., Barberi, I., & Reiter, R. (2012). Stress response and procedural pain in the preterm newborn: the role of pharmacological and non-pharmacological treatments. *Eur J Pediatr*, 171(6), 927-33. <http://doi.org/10.1007/s00431-011-1655-7>
- Givens Bell, S. (1994). The national pain management guideline: implications for neonatal intensive care. *Neonatal Network*, 13(3), 9-17.
- Goldenberg, R., Culhane, J., Iams, J., & Romero, R. (2008). Epidemiology and causes of preterm birth. *Lancet*, 371(9606),



- 75-84. <http://doi.org/10.1097/01.aoa.0000344666.82463.8d>
- Gonçalves, N., Rebelo, S., & Tavares, I. (2010). Dor Fetal. Mecanismos Neurobiológicos e Consequências. *Acta Med Port*, 23, 419-426.
- González Fernández, C., & Fernández Medina, I. (2012). Revisión bibliográfica en el manejo del dolor neonatal. *ENE. Revista de Enfermería.*, 6(3). Recuperat de <http://www.index-f.com/ene/6pdf/6304.pdf>
- Gradin, M., & Eriksson, M. (2011). Neonatal pain assessment in Sweden - A fifteen-year follow up. *Acta Paediatrica*, 100(2), 204-208. <http://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2010.01996.x>
- Gradin, M., Eriksson, M., Holqvist, G., Holstein, A., & Schollin, J. (2002). Pain Reduction at Venipuncture in Newborns: *Pediatrics*, 110(6).
- Gradin, M., Finnstro, O., & Schollin, J. (2004). Feeding and oral glucose — additive effects on pain reduction in newborns. *Early human development*, 77, 57-65. <http://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2004.01.003>
- Gradin, M., & Schollin, J. (2005). The role of endogenous opioids in mediating pain reduction by orally administered glucose among newborns. *Pediatrics*, 115(4), 1004-7. <http://doi.org/10.1542/peds.2004-1189>
- Graham-Rowe, D. (2008). Assessing pain in infants. *MIT Technology Review*.
- Gross, J., Fredrickson, B., & Levenson, R. (1994). The psychophysiology of crying. *Psychophysiology*, 31, 460-468.
- Gutiérrez, A. (2015). Cómo elegir un USB Wi-Fi y tipos de adaptadores de red.
- Härmä, A., Aikio, O., Hallman, M., & Saarela, T. (2016). Intravenous Paracetamol Decreases Requirements of Morphine in Very Preterm Infants. *Journal of Pediatrics*, 168, 36-40. <http://doi.org/10.1016/j.jpeds.2015.08.003>
- Harrison, C., & McKechnie, L. (2012). How comfortable is neonatal transport? *Acta paediatrica*, 101(2), 143-7. <http://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2011.02467.x>

- Heavner, J., & Willis, W. (2002). Vías de dolor: anatomía y fisiología. En *Tratamiento Práctico del dolor* (p. 115-124).
- Holsti, L., Grunau, R., Oberlander, T., Whitfield, M., & Weinberg, J. (2005). Body Movements: An Important Additional Factor in Discriminating Pain From Stress in Preterm Infants. *Clin J Pain*, 21(6), 491-498.
- Hui-Chen, F., Hsiu-Lin, C., Shun-Line, C., Tai-Ling, T., Li-Jung, W., Hsing-I, T., & San-Nan, Y. (2013). The effect of EMLA cream on minimizing pain during venipuncture in premature infants. *Journal of tropical pediatrics*, 59(1), 72-3. <http://doi.org/10.1093/tropej/fms040>
- Hummel, P., Puchalski, M., Creech, S., & Weiss, M. (2008). Clinical reliability and validity of the N-PASS : neonatal pain , agitation and sedation scale with prolonged pain. *Journal of Perinatology*, 28, 55-60. <http://doi.org/10.1038/sj.jp.7211861>
- IASP pain terminology. (1994). International Association for the Study of Pain. Recuperat de [www.iasp-pain.org/terms-p.html](http://www.iasp-pain.org/terms-p.html)
- INE. (2017). Instituto Nacional de Estadística. Recuperat 4 febrer 2017, de <http://www.ine.es>
- Jefatura del Estado. (1999). 23750. Ley orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal. En *BOE* (Vol. 298, p. 43088-43099).
- Jeong, I., Park, S., Lee, J., Choi, Y., & Lee, J. (2014). The frequency of painful procedures in neonatal intensive care units in South Korea. *International Journal of Nursing Practice*, 20, 398-407. <http://doi.org/10.1111/ijn.12202>
- Johnston, C., Byron, J., Filion, F., Campbell-Yeo, M., Gibbins, S., & Ng, E. (2012). Alternative female kangaroo care for procedural pain in preterm neonates: a pilot study. *Acta Paediatrica*, 101(11), 1147-50. <http://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2012.02813.x>
- Johnston, C., Filion, F., Campbell-Yeo, M., Goulet, C., Bell, L., McNaughton, K., ... Walker, C.-D. (2008). Kangaroo mother care diminishes pain from heel lance in very preterm neonates: A crossover trial. *BMC Pediatrics*, 9, 1-9. <http://doi.org/10.1186/1471-2431-8-13>

- Johnston, C., Stevens, B., Pinelli, J., Gibbins, S., Filion, F., Jack, A., ... Veilleux, A. (2003). Kangaroo care is effective in diminishing pain response in preterm neonates. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*, 157(11), 1084-8. <http://doi.org/10.1001/archpedi.157.11.1084>
- Johnston, C., Stevens, B., Yang, F., & Horton, L. (1995). Differential response to pain by very premature neonates. *Pain*, 61(3), 471-9. Recuperat de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7478691>
- Johnston, C., Stevens, J., Franck, L., Jack, A., Stremmler, R., & Platt, R. (1999). Factors Explaining Lack of Response to Heel Stick in Preterm Newborns. *JOGNN*, 28, 587-594.
- Kataria, M., Narang, S., Chawla, D., Sood, S., & Gupta, P. (2015). Oral Dextrose for Pain Management during Laser Treatment of Retinopathy of Prematurity under Topical Anesthesia. *Indian Journal of Pediatrics*, 82(8), 694-697. <http://doi.org/10.1007/s12098-015-1718-2>
- Krechel, S., & Bildner, J. (1995). CRIES: a new neonatal portoperative pain measurement score. Initial testing of validity and reliability. *Paediatric anaesthesia*, 5, 53-61.
- Kristoffersen, L., Skogvoll, E., & Hafström, M. (2011). Pain reduction on insertion of a feeding tube in preterm infants: a randomized controlled trial. *Pediatrics*, 127(6), e1449-54. <http://doi.org/10.1542/peds.2010-3438>
- Krivoy, S., Tabasca, M., Adelaide, W., & Díaz, M. (2010). El dolor en la historia. En C. Aoün Soulie & L. Briceño-Iragorry (Ed.), *Colección Razetti* (p. 163-224). Caracas: Ateproca.
- Lago, P., Guadagni, A., Merazzi, D., Ancora, G., Bellieni, C., & Cavazza, A. (2005). Pain management in the neonatal intensive care unit: a national survey in Italy. *Paediatric anaesthesia*, 15, 925-31. <http://doi.org/10.1111/j.1460-9592.2005.01688.x>
- Lago, P., Tiozzo, C., Boccuzzo, G., Allegro, A., & Zacchello, F. (2008). Remifentanyl for percutaneous intravenous central catheter placement in preterm infant: a randomized controlled trial. *Paediatric anaesthesia*, 18(8), 736-44. <http://doi.org/10.1111/j.1460-9592.2008.02636.x>

- Ledowski, T., Bromilow, J., Paech, M. , Storm, H., Hacking, R., & Schug, S. (2006). Monitoring of skin conductance to assess postoperative pain intensity. *British Journal of Anaesthesia*, 97(6), 862-865. <http://doi.org/10.1093/bja/ael280>
- Ledowski, T., Bromilow, J., Wu, J., Paech, M., Storm, H., & Schug, S. . (2007). The assessment of postoperative pain by monitoring skin conductance: Results of a prospective study. *Anaesthesia*, 62(10), 989-993. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2044.2007.05191.x>
- Lemyre, B., Hogan, D., Gaboury, I., Sherlock, R., Blanchard, C., & Moher, D. (2007). reducing procedural pain in infants: a randomized double-blind placebo controlled trial. *BMC Pediatrics*, 8, 1-8. <http://doi.org/10.1186/1471-2431-7-7>
- Lemyre, B., Sherlock, R., Hogan, D., Gaboury, I., Blanchard, C., & Moher, D. (2006). How effective is tetracaine 4 % gel , before a peripherally inserted central catheter , in reducing procedural pain in infants : a randomized double-blind placebo controlled trial. *BMC Medicine*, 9, 1-9. <http://doi.org/10.1186/1741-7015-4-11>
- Liaw, J.-J., Yang, L., Chou, H.-L., Yin, T., Chao, S.-C., & Lee, T.-Y. (2011). Psychometric analysis of a Taiwan-version pain assessment scale for preterm infants. *Journal of clinical nursing*, 21(1-2), 89-100. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2011.03770.x>
- Lindh, V., Wiklund, U., & Håkansson, S. (1999). Heel lancing in term new-born infants: an evaluation of pain by frequency domain analysis of heart rate variability. *Pain*, 80(1-2), 143-8. Recuperat de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10204726>
- Lindh, V., Wiklund, U., Sandman, P., & Håkansson, S. (1997). Assessment of acute pain in preterm infants by evaluation of facial expression and frequency domain analysis of heart rate variability. *Early human development*, 48(1-2), 131-42. Recuperat de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9131314>
- Lopez, O., Subramanian, P., Rahmat, N., Theam, L., Chinna, K., & Rosli, R. (2015). The effect of facilitated tucking on procedural pain control among premature babies. *Journal of Clinical Nursing*, 24(1-2), 183-191. <http://doi.org/10.1111/jocn.12657>

- Lynch Pueyrredón, D., Muracciole, B., Kundson, P., Stepansky, N., & del Valle, M. (2007). Investigación en Pediatría : un desafío ético. *Revista Hospital Niños Buenos Aires*, 50(226), 44-53.
- Malarvili, M., & Mesbah, M. (2009). Newborn Seizure Detection Based on Heart Rate Variability. *IEEE transactions on bio-medical engineering*, 56(11), 2594-603. <http://doi.org/10.1109/TBME.2009.2026908>
- Manfredi, C., Bocchi, L., Orlandi, S., Spaccaterra, L., & Donzelli, G. (2009). High-resolution cry analysis in preterm newborn infants. *Medical engineering & physics*, 31(5), 528-32. <http://doi.org/10.1016/j.medengphy.2008.10.003>
- Manfredi, C., Tocchioni, V., & Bocchi, L. (2006). A robust tool for newborn infant cry analysis. *Conference proceedings : ... Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Conference*, 1, 509-12. <http://doi.org/10.1109/IEMBS.2006.259802>
- Marsh, V., Young, W., Dunaway, K., Kissling, G., Carlos, R., Jones, S., ... Gal, P. (2005). Efficacy of topical anesthetics to reduce pain in premature infants during eye examinations for retinopathy of prematurity. *The Annals of pharmacotherapy*, 39(5), 829-33. <http://doi.org/10.1345/aph.1E476>
- Martínez, M., Schwartz, S., Leal, R., Paul, R., & Quiroz-Mercado, H. (2013). Pain assessment in premature infants treated with intravitreal antiangiogenic therapy for retinopathy of prematurity under topical anesthesia. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 251(2), 491-4. <http://doi.org/10.1007/s00417-012-2060-2>
- Med-Storm Innovation. (2012). *Med-Storm Pain Monitor™ User manual*. Med-Storm Innovation AS.
- Mello Serpa, A., Guinsburg, R., Xavier Balda, R., Nunes dos Santos, A., Nena Areco, K., & Peres, C. (2007). Multidimensional pain assessment of preterm newborns at the 1st, 3rd and 7th days of life. *São Paulo medical journal*, 125(1), 29-33. Recuperat de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17505682>
- Michelsson, K. (1995). Why babies cry? *Nord. Med.*, 110(11), 271-

272.

- Michelsson, K., & Michelsson, O. (1999). Phonation in the newborn, infant cry. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, 49 Suppl 1, S297-301. Recuperat de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10577825>
- Moore, J. (2001). No more tears: a randomized controlled double-blind trial of Amethocaine gel vs. placebo in the management of procedural pain in neonates. *Journal of advanced nursing*, 34(4), 475-82. Recuperat de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11380714>
- Möreljus, E., Hellstro-Westas, L., Carlén, C., Norman, E., & Nelson, N. (2006). Is a nappy change stressful to neonates? *Early human development*, 82, 669-676. <http://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2005.12.013>
- Morison, S., Grunau, R., Oberlander, T., & Whitfield, M. (2001). Relations Between Behavioral and cardiac Autonomic Reactivity to Acute Pain in Preterm Neonates. *Clinical journal Pain*, 17(4), 350-358.
- Munsters, J., Wallström, L., Agren, J., Norsted, T., & Sindelar, R. (2012). Skin conductance measurements as pain assessment in newborn infants born at 22-27 weeks gestational age at different postnatal age. *Early human development*, 88(1), 21-6. <http://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2011.06.010>
- Narbona, E., Contreras, F., García, F., & Miras, J. (2008). Manejo del dolor en el recién nacido. En *Protocolos diagnóstico Terapéuticos de la AEP: Neonatología* (p. 461-469).
- NIDCAP. (2016). NIDCAP. Federation International. Voice of newborn. Recuperat de <http://nidcap.org/en/>
- Nimbalkar, S., Sinojia, A., & Dongara, A. (2013). Reduction of neonatal pain following administration of 25% lingual dextrose: a randomized control trial. *Journal of tropical pediatrics*, 59(3), 223-5. <http://doi.org/10.1093/tropej/fms072>
- Ozawa, M., Kanda, K., Hirata, M., Kusakawa, I., & Suzuki, C. (2011). Influence of repeated painful procedures on prefrontal cortical pain responses in newborns. *Acta paediatrica*, 100(2), 198-203. <http://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2010.02022.x>

- Ozawa, M., & Yokoo, K. (2013). Pain management of neonatal intensive care units in Japan. *Acta paediatrica*, 102(4), 366-72. <http://doi.org/10.1111/apa.12160>
- Pereira Da Silva, T., & Justo Da Silva, L. (2010). Escalas de avaliação da dor utilizadas no recém-nascido. Revisão sistemática. *Acta Medica Portuguesa*, 23, 437-454.
- Pérez-Cajaraville, J., Abejón, D., Ortiz, J., & Pérez, J. (2005). El dolor y su tratamiento a través de la historia. *Rev Soc Esp Dolor*, 12, 373-384.
- Porter, F., Wolf, C., & Miller, J. (1999). Procedural Pain in Newborn Infants: The Influence of Intensity and Development. *Pediatrics*, 104(13), 1-10.
- Puntillo, K., Max, A., Timsit, J., Vignoud, L., Chanques, G., Robleda, G., ... Azoulay, E. (2014). Determinants of procedural pain intensity in the intensive care unit: The European Study. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 189(1), 39-47. <http://doi.org/10.1164/rccm.201306-1174OC>
- Ranger, M., & Grunau, R. (2014). Early repetitive pain in preterm infants in relation to the developing brain. *Pain Management*, 4(1), 57-67. <http://doi.org/10.2217/pmt.13.61.Early>
- Ratynski, N., Cioni, G., Franck, L., Blanchard, Y., & Sizun, J. (2002). L'observation du comportement du nouveau-né: une source pertinente d'informations médicales. *Archives de Pédiatrie*, 9, 1274-1279.
- Ravishankar, A., Thawani, R., Dewan, P., Das, S., Kashyap, A., Batra, P., & Akbar, M. (2014). Oral dextrose for analgesia in neonates during nasogastric tube insertion: A randomised controlled trial. *Journal of Paediatrics and Child Health*, 50(2), 141-145. <http://doi.org/10.1111/jpc.12392>
- Reinoso, F. (2013). Prevalence of pain in hospitalised paediatric patients in Spain. *Revista española de anestesiología y reanimación*, 60(8), 421-3. <http://doi.org/10.1016/j.redar.2012.12.013>
- Rellán Rodríguez, S., García de Ribera, C., & Aragón Garcia, M. P. (2008). El recién nacido prematuro. *Protocolos diagnóstico Terapéuticos de la AEP: Neonatología*, 68-77.

- Rew, L. (2011). The systematic review of literature: Synthesizing evidence for practice. *Journal for Specialists in Pediatric Nursing*, 16(1), 64-69. <http://doi.org/10.1111/j.1744-6155.2010.00270.x>
- Rite Gracia, S., Fernandez Lorenzo, J., Echaniz Urcelay, I., Botet Mussons, F., Herranz Carrillo, G., Hernando Moreno, J., ... Sánchez Luna, M. (2013). Niveles asistenciales y recomendaciones de minimos para la atencion neonatal. *Anales de Pediatria*, 79(1), 51.e1-51.e11.
- Rite Gracia, S., Fernandez Lorenzo, J., Echaniz Urcelay, I., Botet Mussons, F., Herranz Carrillo, G., Moreno Hernando, J., ... Sánchez Luna, M. (2013). Health care levels and minimum recommendations for neonatal care. *Anales de Pediatria*, 79(1), 51.e1-51.e11.
- Rodrigues, A., & Guinsburg, R. (2013). Pain evaluation after a non-nociceptive stimulus in preterm infants during the first 28 days of life. *Early human development*, 89(2), 75-9. <http://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2012.08.002>
- Runefors, P., Arnbjörnsson, E., Elander, G., & Michelsson, K. (2000). Newborn infants' cry after heel-prick: analysis with sound spectrogram. *Acta paediatrica (Oslo, Norway: 1992)*, 89(1), 68-72. Recuperat de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10677061>
- Rus, D., Golland, P., & Jackson, D. (2015). MIT Computer Science and artificial intelligence laboratory. Recuperat 17 febrer 2015, de <http://www.csail.mit.edu/>
- Rushforth, J. a, & Levene, M. I. (1994). Behavioural response to pain in healthy neonates. *Archives of disease in childhood. Fetal and neonatal edition*, 70(3), F174-6. Recuperat de <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1061035&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
- Sánchez Arbolaez, A. (2007). Aplicaciones de la inteligencia artificial en la medicina. Recuperat 17 febrer 2015, de <http://www.monografias.com/trabajos39/aplicaciones-inteligencia-artificial/aplicaciones-inteligencia-artificial.shtml>
- Selye, H. (1956). *Fisiología y patología de la exposición al «stress»* (1a. edició). Barcelona: Científico Médica.



- Shamseer, L., Moher, D., Clarke, M., Gherzi, D., Liberati, A., Petticrew, M., ... Stewart, L. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015: elaboration and explanation. *BMJ*, *349*, g7647. <http://doi.org/10.1136/bmj.g7647>
- Shen, M., & El-Chaar, G. (2015). Reducing pain from heel lances in neonates following education on oral sucrose. *International Journal of Clinical Pharmacy*, *37*, 529-536. <http://doi.org/10.1007/s11096-015-0090-7>
- Shenkman, Z., Johnson, V., Zurakowski, D., Arnon, S., & Sethna, N. (2012). Hemodynamic changes during spinal anesthesia in premature infants with congenital heart disease undergoing inguinal hernia correction. *Paediatric anaesthesia*, *22*(9), 865-70. <http://doi.org/10.1111/j.1460-9592.2012.03873.x>
- Shu, S.-H., Lee, Y.-L., Hayter, M., & Wang, R.-H. (2014). Efficacy of swaddling and heel warming on pain response to heel stick in neonates: A randomised control trial. *Journal of Clinical Nursing*, *23*(21-22), 3107-3114. <http://doi.org/10.1111/jocn.12549>
- Simons, S., van Dijk, M., van Lingen, R., Roofthoof, D., Duivenvoorden, H., Jongeneel, N., ... Tibboel, D. (2003). Routine Morphine Infusion in Preterm. *JAMA: the journal of the American Medical Association*, *290*(18), 2419-2427.
- Simonse, E., Mulder, P., & van Beek, R. (2012). Analgesic effect of breast milk versus sucrose for analgesia during heel lance in late preterm infants. *Pediatrics*, *129*(4), 657-63. <http://doi.org/10.1542/peds.2011-2173>
- Sirviö, P., & Michelsson, K. (1999). Sound – Spectrographic cry analysis of normal and abnormal newborn infants. *Folia phoniatrica et logopaedica*, *49*(Suppl.1), S297-S301.
- Sisto, R., Bellieni, C. V., Perrone, S., & Buonocore, G. (2006). Neonatal pain analyzer: development and validation. *Medical & biological engineering & computing*, *44*(10), 841-5. <http://doi.org/10.1007/s11517-006-0101-x>
- Slater, L., Asmerom, Y., Boskovic, D., Bahjri, K., Plank, M., Angeles, K., ... Angeles, D. (2012). Procedural pain and oxidative stress in premature neonates. *The journal of pain*,

- 13(6), 590-7. <http://doi.org/10.1016/j.jpain.2012.03.010>
- Slater, R., Cantarella, A., Franck, L., Meek, J., & Fitzgerald, M. (2008). How well do clinical pain assessment tools reflect pain in infants? *Plos Medicine*, 5(6), e129. <http://doi.org/10.1371/journal.pmed.0050129>
- Slater, R., Cornelissen, L., Fabrizi, L., Patten, D., Yoxen, J., Worley, A., ... Fitzgerald, M. (2010). Oral sucrose as an analgesic drug for procedural pain in newborn infants: a randomised controlled trial. *Lancet*, 376(9748), 1225-32. [http://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)61303-7](http://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)61303-7)
- Solanas, A., Patsakis, C., Conti, M., Vlachos, I., Ramos, V., Falcone, F., ... Martinez-Balleste, A. (2014). Smart health: A context-aware health paradigm within smart cities. *IEEE Communications Magazine*, 52(8), 74-81.
- Soltis, J. (2004). The signal functions of early infant crying. *The Behavioral and brain sciences*, 27(4), 443-58-90. Recuperat de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15773426>
- Spasojevic, S., & Bregun-Doronjski, A. (2011). A simultaneous comparison of four neonatal pain scales in clinical settings. *The journal of maternal-fetal & neonatal medicine*, 24(4), 590-4. <http://doi.org/10.3109/14767058.2010.511342>
- Spence, K., Gillies, D., Harrison, D., Johnston, L., & Nagy, S. (2005). A reliable pain assessment tool for clinical assessment in the neonatal intensive care unit. *Journal of obstetric, gynecologic and neonatal nursing*, 33(5), 80-6. <http://doi.org/10.1177/0884217504272810>
- Stanford University. (2015). Artificial Intelligence Laboratory. Recuperat 17 febrer 2015, de <http://ai.stanford.edu/>
- Stevens, B., Franck, L., Gibbins, S., Mcgrath, P., Dupuis, A., Yamada, J., ... Ohlsson, A. (2007). Analyse de la structure des réponses à la douleur aiguë chez des nouveau-nés vulnérables. *CJNR*, 39(2), 32-47.
- Stevens, B., Johnston, C., Petryshen, P., & Taddio, A. (1996). Premature infant pain profile: development and initial validation. *The clinical journal of pain*, 12(1), 13-22.
- Sun, X., Lemyre, B., Barrowman, N., & O'Connor, M. (2010). Pain

- management during eye examinations for retinopathy of prematurity in preterm infants: a systematic review. *Acta paediatrica*, 99(3), 329-34. <http://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2009.01612.x>
- Sundaram, B., Shrivastava, S., Sunderraj, J., & Singh, V. (2013). Facilitated tucking on pain in pre-term newborns during neonatal intensive care: a single blinded randomized controlled cross-over pilot trial. *Journal of pediatric rehabilitation medicine*, 6(1), 19-27. <http://doi.org/10.3233/PRM-130233>
- Suraseranivongse, S., Kaosaard, R., Intakong, P., Pornsiriprasert, S., Karnchana, Y., Kaopinpruck, J., & Sangjeen, K. (2006). A comparison of postoperative pain scales in neonates. *British journal of anaesthesia*, 97(4), 540-4. <http://doi.org/10.1093/bja/ael184>
- Taddio, A., Shah, V., Atenafu, E., & Katz, J. (2009). Influence of repeated painful procedures and sucrose analgesia on the development of hyperalgesia in newborn infants. *Pain*, 144(1-2), 43-48. <http://doi.org/10.1016/j.pain.2009.02.012>
- Taddio, A., Shah, V., Hancock, R., Smith, R., Stephens, D., Atenafu, E., ... Katz, J. (2008). Effectiveness of sucrose analgesia in newborns undergoing painful medical procedures. *CMAJ*, 179(1), 37-43.
- Taddio, A., Shah, V., & Katz, J. (2009). Reduced infant response to a routine care procedure after sucrose analgesia. *Pediatrics*, 123(3), e425-9. <http://doi.org/10.1542/peds.2008-3028>
- Taheri, P., Abbasi, E., & Fathizadeh, N. (2010). The effects of a designed program on oxygen saturation and heart rate of premature infants hospitalized in neonatal intensive care unit of Al-Zahra Hospital in Isfahan in 2008-2009. *Iranian Journal of Nursing and Midwifery Research*, 15(2), 66-70.
- Tan, M., Tan, H., Büyükavci, M., & Karakelleoglu, C. (2006). Patient and family centered care and the role of the emergency physician providing care to a child in the emergency department. *Pediatrics*, (118), 2242-2244.
- Taylor, B., Robbins, J., Gold, J., Logsdon, T., Bird, T., & Anand, K. (2006). Assessing postoperative pain in neonates: a

- multicenter observational study. *Pediatrics*, 118(4), e992-1000. <http://doi.org/10.1542/peds.2005-3203>
- Tietjen, S. (2001). Consistent Pain Assessment in the Neonatal Intensive Care Unit. En *The Physical and Developmental Environment of the High-Risk Neonate Conference*.
- Universidad de Granada. (2016). Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial. Recuperat 17 febrer 2015, de <http://decsai.ugr.es/index.php>
- Uzelli, D., & Yapucu, Ü. (2015). Oral glucose solution to alleviate pain induced by intramuscular injections in preterm infants. *Journal for Specialists in Pediatric Nursing*, 20(1), 29-35. <http://doi.org/10.1111/jspn.12094>
- Vederhus, B., Eide, G., Natvig, G., Markestad, T., Graue, M., & Halvorsen, T. (2012). Pain tolerance and pain perception in adolescents born extremely preterm. *The journal of pain: official journal of the American Pain Society*, 13(10), 978-87. <http://doi.org/10.1016/j.jpain.2012.07.008>
- Vezyroglou, K., Mehler, K., Kribs, A., Becker, I., Langhammer, K., Roth, B., & Hünsele, C. (2015). Oral glucose in preterm neonates during oropharyngeal suctioning: a randomized controlled cross-over trial. *Eur J Pediatr*, 174, 867-874. <http://doi.org/10.1007/s00431-014-2472-6>
- Vidal, M., Calderón, E., Martínez, E., González, A., & Torres, L. (2005). Dolor en neonatos. *Rev. Soc. Esp. Dolor*, 12, 98-11.
- Vitaliti, S., Costantino, G., Li Puma, L., Re, M., Vergara, B., & Pinello, G. (2012). Painful procedures in the NICU. *The journal of maternal-fetal & neonatal medicine: the official journal of the European Association of Perinatal Medicine, the Federation of Asia and Oceania Perinatal Societies, the International Society of Perinatal Obstetricians*, 25(Suppl 4), 146-7. <http://doi.org/10.3109/14767058.2012.714986>
- Weise, K., & Nahata, M. (2005). EMLA for Painful Procedures in Infants. *Journal of Pediatric Health Care*, 19(1), 42-47. <http://doi.org/10.1016/j.pedhc.2004.09.002>
- Wong, D., & Whaley, L. (1997). *Whaley & Wong's essentials of Pediatric Nursing*. (Whaley & Wong's, Ed.) (5th ed). Mosby-Year Book.

- World Health Organization. (2015). Nacimientos prematuros. *Centro de Prensa*, p. 1-6. Recuperat de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs363/es/>
- Zaleski, J. (2009). *Connected Medical Devices: Integrating Patient Care Data in Healthcare Systems*. New York.
- Zhong, Y., & Liu, L. (2011). Remote Neonatal Pain Assessment System Based on Internet of Things. *International Conference on Internet of Things and Cyber, Physical and Social Computing*, 629-633. <http://doi.org/10.1109/iThings/CPSSCom.2011.116>

## 16. ANNEXOS

### Annex 1. Resultats de la revisió sistemàtica per autor/anys, país, tipus d'estudi i resultats

Autor (any) / país	Objectiu de l'estudi, participants, disseny i metodologia d'estudi	Resultats
Eriksson et al. (1999). Suècia.	Investigar i comparar el nivell de dolor causat per punció al taló i venopunció. N=120. Escala valoració del dolor: PIPP. Grup 1 (30): Punció al taló amb glucosa. EG: 39.8±1.1; Pes: 3533±341gr. Grup 2 (30): Punció al taló sense glucosa. EG: 40.2±1.2; Pes: 3578±465gr. Grup 3 (30): Venopunció amb glucosa. EG: 40±1.2; Pes: 3598±444gr. Grup 4 (30): Venopunció sense glucosa. EG: 39.7±1.4; Pes: 3667±449gr.	Valor de PIPP (amb diferència estadística significativa): Grup 1: 3.9±2.6 Grup 2: 8.4±3.4 Grup 3: 3.3±0.3 Grup 4: 6.0±3.9
Moore et al. (2001). Regne unit.	Estudi controlat i aleatoritza. Aplicació de gel d'ametocaina vs. placebo gel a la punció venosa. N=40. EG: 35±3; Pes: 2880grs. Escala valoració del dolor: NFCS Grup 1: Aplicació d'amethocaine. Grup 2: control gel.	El valor de dolor dels nounats que han rebut ametocaina gel van ser inferiors que els que van rebre placebo. Valor de p<0.01.

<p>Gradin et al. (2002). Suècia.</p>	<p>Estudi aleatoritzat, controlat, doble cec. N= 196. Escala valoració del dolor PIPP.                  Grup 1 (98): Punció venosa amb aplicació d'EMLA o placebo (aigua estèril). EG: 38.8 setmanes; Pes: 3200grs.                  Grup 2 (98): Punció venosa amb aplicació de glucosa al 30% i placebo. EG: 38.4. Pes: 3205gr.</p>	<p>Valors de PIPP (sense diferències estadístiques significatives):                  Grup 1: 5.7±3.8                  Grup 2: 4.6±3.3</p>
<p>Johnston et al. (2003). Canadà.</p>	<p>Valorar l'eficàcia del pell a pell matern, mètode cangur per identificar la resposta al dolor dels recent nascuts preterme amb punció amb llanceta als (30-60-90-120 segons). Estudi aleatoritzat mono-cec. N= 74. Escala valoració del dolor: PIPP                  Grup mètode cangur i grup incubadora: EG: 33.7±1.1; Pes: 2054±406 gr.</p>	<p>Valors de PIPP als 30-60-90-120 segons (sense diferències estadístiques significatives):                  Grup Mètode cangur: 10.1 – 10.7 – 10.3 – 10.7                  Grup Incubadora: 11.6 – 12.9 – 12.1 – 10.1</p>
<p>Carbajal et al. (2003). França.</p>	<p>Comparar l'efectivitat de l'alletament o l'administració oral de glucosa combinada amb mètode de consolació per disminuir el nivell de dolor durant la punció venosa als nounats a terme. Estudi controlat i aleatoritzat. N=180. Escales de valoració del dolor: DAN and PIPP. GA ≥ 37.                  Grup 1( 45): alletament.                  Grup 2 (45): mètodes de consolació (braços mare)                  Grup 3 (45): placebo.</p>	<p>Valor de DAN i PIPP (amb diferència estadística significativa):                  Grup 1: DAN: 1; PIPP: 4.5.                  Grup 2: DAN: 10; PIPP: 13.                  Grup 3: DAN: 10; PIPP: 12.                  Grup 4: DAN: 3; PIPP: 4.</p>

	Grup 4 (45): administració de glucosa al 30% amb mètode de consolació.	
Simons et al. (2003). Holanda.	Avaluar la resposta de dolor envers l'administració continua de morfina endovenosa a l'hemorragia intraventricular i periventricular amb resposta neurològica pobre. Estudi aleatoritzat, controlat, doble cec amb placebo grup controlat. N=150. Escala valoració del dolor: PIPP, VAS i NIPS. Grup 1 (73): Administració de morfina 100 µg/kg i 10 µg/kg/h. EG: 29.1; Pes: 1130 gr. Group 2 (77): Placebo. EG: 29.2; Pes: 1230 gs.	Valors de PIPP – NIPS – VAS (sense diferència estadística significativa): Grup 1: 10.1-4.8-2.8. Grup 2: 10.0-4.8-2.6.
Eriksson et al. (2004). Suècia.	Determinar la resposta amb administració repetida de glucosa al 30% amb la punció de llanceta en un període de 3 – 5 dies per comprovar si causa tolerància. Estudi comparatiu. N=43. Escala valoració del dolor PIPP. Grup 1 (23): Glucosa 30%. EG: 39.5; Pes: 3678 gr. Grup 2 (20): Aigua estèril. EG: 39.5; Pes: 3773 gr.	Valor de PIPP (sense diferència estadística significativa): Grup 1: 2.7±2.3 Grup 2: 32.2±2.5
Gradin et al. (2004). Suècia	Comparar la resposta del dolor al nounat administrant glucosa oral o aplicant alletament després de la punció venosa. Estudi aleatori controlat. N=120. Escala valoració del dolor: PIPP. Grup 1 (27): Alletament; G.A: 39.4;	Valor de PIPP (amb diferència estadística significativa): Grup 1: 10 Grup 2: 7 Grup 3: 11 Grup 4: 9



	<p>W: 3638 g.</p> <p>Grup 2 (29): Alletament amb 1ml de glucosa 30%; EG: 39.5; Pes: 3637gr.</p> <p>Grup 3 (26): Dejú; G.A: 39.4; W: 3442gr.</p> <p>Grup 4 (29): Dejú amb 1ml glucosa al 30%; EG: 39.4; Pes: 3660 gr.</p>	
<p>Bauer et al. (2004). Alemanya.</p>	<p>Observar la disminució del consum d'oxigen, la despesa cardíaca associada a la punció venosa administrant dos volums de glucosa oral (2 i 0.4 ml.). Estudi prospectiu, aleatoritzat, controlat doble cec. N=58. Escala valoració del dolor: PIPP.</p> <p>Grup 1 (18): 2 ml. de glucosa via oral al 30%; EG: 3. Pes: 2590 gr.</p> <p>Grup 2 (20): 0.4 ml. de glucosa oral via oral al 30%. EG: 39; W: 2680 gr.</p> <p>Grup 3 (20): 2 ml. d'aigua per via oral. EG: 35; Pes: 2285 gr.</p>	<p>Valors de PIPP (amb diferència estadísticament significativa):</p> <p>Grup 1: 5.5</p> <p>Grup 2: 7</p> <p>Grup 3: 11</p>
<p>Spence et al. (2005). Austràlia.</p>	<p>Validar escala de valoració del dolor als nounats ingressats a UCIN per a totes les edats (cirurgia toràcica/cardíaca). Estudi prospectiu. N=144. Escala de valoració del dolor PAT i CRIES. EG: 36.1±4.4; Pes: 2612±1010 g.</p>	<p>Inexistència de correlació entre la puntuació PAT i CRIES (0.76) quan es valorà per les infermeres.</p>
<p>Gradin et al. (2005). Suècia.</p>	<p>Obtenir el coneixement i entendre el mecanisme dels antagonistes dels opiacis podria reduir l'efecte de la glucosa administrada amb la</p>	<p>Valors de PIPP (sense diferència estadística significativa) :</p>

	<p>punció amb llanceta als recent nascuts a terme. Estudi aleatori, control – placebo, doble cec. N= 30. Escala valoració del dolor PIPP.</p> <p>Grup 1 (15): Administració de naloxona. EG: 39.8. Pes: 3715 g.</p> <p>Grup 2 (15): Administració de placebo. EG: 41.3. Pes: 4130 g.</p>	<p>Group 1: 6.6</p> <p>Group 2: 6.7</p>
<p>Marsh et al. (2005). Carolina del Nord.</p>	<p>Avaluar els potencials beneficis dels anestèsics oculars per disminuir el dolor durant l'examinació ocular neonatal (ROP). Estudi controlat i aleatoritzat. N=22. Escala de valoració del dolor: PIPP.</p> <p>Grup 1 (11): Solució oftàlmica de Propacaina HCL. EG: 27.4±1.9</p> <p>Grup 2 (11): Solució NaCl 0.9% amb gotes. EG: 27.4±1.9</p>	<p>Valors de PIPP (amb diferència estadística significativa):</p> <p>Grupo 1: 11.0±3.2</p> <p>Grupo 2: 13.5±3.5</p>
<p>Boyle et al. (2006). Canadà.</p>	<p>Comparar la resposta dolorosa administrant sacarosa oral o consolació maternal durant l'examinació ocular. Estudi prospectiu, aleatoritzat, placebo, controlat. N=40. Escala valoració del dolor: PIPP.</p> <p>Grup 1 (10): 1 ml d'aigua estèril (placebo). EG: 27. Pes: 1000 g.</p> <p>Grup 2 (10): 1 ml de solució de sacarosa al 33%. EG: 29; Pes: 1030 gr.</p> <p>Grup 3 (9): 1 ml d'aigua estèril amb mètodes de consolació. EG: 30. Pes: 1300gr.</p>	<p>Valors de PIPP (amb diferència estadística significativa entre els grups "mètode de consolació" i grups sense "mètodes de consolació):</p> <p>Grup 1: 15.3±1.9</p> <p>Grup 2: 14.3±1.6</p> <p>Grup 3: 12.3±2.9</p> <p>Grup 4: 12.1±3.4</p>

	Grup 4 (11): 1 ml de solució de sacarosa al 33% amb mètodes de consolació. EG: 29. Pes: 1210 gr.	
Dunbar et al. (2006). Amèrica del Nord.	Les tècniques de millora de la qualitat de col·laboració van ser usades per facilitar una millora en la qualitat directiva del dolor als nounats. Es presentaren diversos casos clínics per destacar aquest procés de col·laboració. 12 UCIN van integrar-se en aquest projecte per tal de millorar l'avaluació del dolor neonatal i les pràctiques de sedació.	Escala de valoració del dolor: N – PASS.
Möreljus et al. (2006). Suècia	Investigar si els nounats ingressats a UCIN tenen un model diferent de dolor i estrès que els nounats sants quan es realitzen cures rutinàries. Estudi comparatiu entre nounats d'entre 23 – 38 EG ingressats a UCIN i nounats sants a terme. N=69. Escala valoració del dolor: PIPP i NIPS. Grup 1 (39): Grup UCIN infants. EG: 30. Pes: 1155gr. Grup 2 (30): Grup Control. EG: 40; Pes: 3595 g.	Valors de PIPP i NIPS respectivament (amb diferències estadístiques significatives): Grup 1: 8 - 4 Grup 2: 3 - 4
Lemyre et al. (2006). Canada.	Valorar l'eficàcia del gel de tetracaïna en la resposta del dolor als nounats amb molt baix pes al néixer durant la inserció de catèter PICC. Estudi aleatoritzat, doble cec. N=53. Escala valoració del dolor PIPP. Grup 1 (26): Grup placebo. EG:	Valors de PIPP (sense diferències estadístiques significatives): Grup 1: 11.74±4.73 Grup 2: 10.88±4.70

	26.90±2.04. Pes: 950.60±294.94 g. Grup 2 (27): Aplicació de tetracaïna. EG: 27.2±2.43. Pes: 881.1±295.14 g.	
Suraseranivongse et al. (2006). Tailàndia.	Validar tres escales de valoració del dolor (CRIES, CHIPPS i NIPS) en termes de validació, fiabilitat i practicitat.. N=23. EG: 39.9±2.3; Pes: 2409±488 g. 127 observacions. 50% dels pacients s'intubaren i es connectaren a suports de ventilació mecànica post-cirurgia.	Les tres escales de valoració del dolor assoliren una excel·lent fiabilitat demostrada, una vàlida predicció i validitat.
Ahn. (2006). Corea del Sud.	Avaluar l'estat conductual després d'una sèria de PI a UCIN i investigar la relació entre el comportament mesurat amb l'escala ABSS i la disminució de la resposta dolorosa mesurada amb CRIES i PIPP. N=54 amb 99 observacions. EG: 30±4; Pes: 1484.87 gr.	Correlació positiva entre ABSS i CRIES, CRIES i PIPP durant els PI. No s'establí correlació entre PIPP i ABSS posteriorment als PI.
Taylor et al. (2006). Estats Units.	Avaluar les pràctiques postoperatòries en l'avaluació i el tractament del dolor als nounats i identificar els objectius de millor per a la pràctica clínica. Escales de valoració del dolor: NIPS, N – PASS, FLACC, CRIES, COMFORT i PIPP. Estudi multicèntric i observacional. N=250. EG: 36±4.3. Pes: 2400±1000 g.	NIPS: 67 pacients N-PASS:: 50 pacients FLACC:: 30 pacients. CRIES: 29 pacients. COMFORT: 18 pacients. PIPP: 23 pacients. Altres: 48 pacients.

<p>Belliemi et al. (2007). Itàlia.</p>	<p>Avaluar la fiabilitat i la observació interna entre PIPP i NIPS durant la punció per llanceta. Estudi observacional. N=40. Després del PI cada nounat rebé 0.5 ml. de glucosa solució oral al 10%.                  Group 1 (20). PIPP. EG: 34.2±1.2.                  Group 2 (20). NIPS. EG: 39.5±0.9.</p>	<p>Els resultats indicaren que existeix una fiabilitat entre NIPS i PIPP, no obstant NIPS no va rebre una forta observació interna. Usant PIPP els nounats obtenien una puntuació diferent que la referenciada. Aquestes diferències s'expliquen amb la observació humana diferent (infermera A i infermera B) sense diferència estadísticament significativa.</p>
<p>Lemyre et al. (2007). Canada.</p>	<p>Avaluar l'eficàcia i la seguretat de l'administració de tetracaina tòpica envers la resposta del dolor als neonats a la punció venosa. Estudi aleatoritzat doble cec. N=142.                  Escala Valoració del dolor: PIPP.                  Grup 1 (71): Placebo. EG: 33.04±4.28; Pes: 2116.14±966.60 gr.                  Grup 2 (71): Tetracaine. EG: 33.37±3.89; Pes: 2131.21±943.47 gr.</p>	<p>Valors de PIPP (sense diferència estadística significativa):                  Grup 1: 7.62±4.76                  Grup 2: 7.71±4.66</p>
<p>Ahn et al. (2007). Corea.</p>	<p>Examinar primerament la resposta del dolor als nounats envers diferents estímuls a les UCIN usant CRIES, FLACC, PIPP i,</p>	<p>Valors de CRIES – FLACC – PIPP (diferència estadística significativa per</p>

	<p>segonament, valorar la fiabilitat i la validació utilitzant les escales anteriorment descrites pels nounats d'alt risc. Estudi de correlacions. N=110. 274 observacions. EG: 32. Pes: 1712 gr.</p> <p>Grup A (64): Procediments invasius.</p> <p>Grup B (120): Cures rutinàries (canvi de bolquer, canvi postural, presa de biberó).</p> <p>Grup C (90): estímuls auditius.</p>	<p>valors de PIPP grup C):</p> <p>Grup A: 4.81±1.99 – 4.58±2.42 – 8.34±4.09</p> <p>Grup B: 1.80±1.73 – 1.41±1.86 – 4.19±2.49</p> <p>Grup C: 0.72±1.09 – 0.69±1.38 – 4.00±1.78</p>
<p>Lago et al. (2008). Itàlia.</p>	<p>Avaluar el procés i l'efecte analgèsic del remifenantil a dosis baixes durant la inserció de PICC als nounats preterme. Estudi controlat aleatoritzat. N=54. Escala valoració del dolor: NIPS i PIPP.</p> <p>Grup 1 (27): Control. EG: 29±2; Pes: 1144±307 g.</p> <p>Grup 2 (27): Remifentanil. EG: 28±2; Pes: 1108±371 g.</p>	<p>Valors de PIPP i NIPS per a cada grups (amb diferència estadística significativa):</p> <p>Grup 1: 8.6±1.7 – 5.0±1.3</p> <p>Grup 2: 6.1±1.4 – 3.4±1.3</p>
<p>Borges et al. (2008). Brasil.</p>	<p>Avaluar l'efecte analgèsic del mètode cangur comparat amb l'administració oral de glucosa als nounats sans preterme amb punció amb llanceta. Estudi control aleatoritzat. N=95. Escala valoració del dolor PIPP.</p> <p>Grup 1 (33): Bressol. Edat post menstrual: 236.09±10.97 dies; Pes: 1469.39±306.11 gr.</p> <p>Grup 2 (31): Mètode cangur. Edat post menstrual 234.16±7.63 dies;</p>	<p>Comparant els valors finals de PIPP, aquests van ser lleugerament inferiors en el mètode cangur comparat amb l'administració de glucosa oral i els nounats disposats al bressol.</p>

	<p>Pes: 1509.03±254.84 gr.                  Grup 3 (31): Solució de glucosa oral. Edat post menstrual: 233.70±9.15 dies; Pes: 1559.03±329.55 gr.</p>	
<p>Johnston et al. (2008).                  Canadà.</p>	<p>Determinar si el mètode cangur és eficaç als nounats molt preterme durant la punció amb llanceta. Estudi aleatoritzat. N=61. Escala valoració del dolor: PIPP. EG: 30.5±7.0; Pes: 1421±490 gr.                  Grup 1 (31): Mètode cangur                  Grup 2 (30): Incubadora.</p>	<p>Valors de PIPP als 30-120 segons després de realitzar el procés invasiu (amb diferència significativa):                  Grup 1: 8.871 – 8.855                  Grup 2: 10.677 – 10.210</p>
<p>Codipietro et al. (2008).                  Itàlia.</p>	<p>Comparar l'eficàcia de l'alletament matern amb l'administració oral de sacarosa per reduir la resposta dolorosa en l'extracció de sang amb punció amb llanceta. Estudi aleatoritzat controlat. N=101. Escala valoració del dolor PIPP.                  Grup 1 (51): Alletament matern. EG: 39.3±1.2; Pes: 3318.3±402.2 gr.                  Grup 2 (50): Solució de sacarosa oral. EG: 39.4±1.1; Pes: 3307.35±429.6 gr.</p>	<p>Valors de PIPP (amb diferència estadística significativa):                  Grup 1: 3.0                  Grup 2: 8.5</p>
<p>Cignacco et al. (2008).                  Suïssa.</p>	<p>Testar la hipòtesi que l'administració intermitent de morfina durant l'aspiració traqueal redueix el dolor. Estudi aleatoritzat, control placebo. N=30. Escalas de valoració del dolor: PIPP, BPSN i VAS.                  Grup 1 (14): Placebo. EG:</p>	<p>Valors de PIPP – BPSN – VAS (sense diferència estadística significativa):                  Grup placebo: 6.61±2.08 - 7.62±2.94 - 6.67±2.54                  Grup morfina:</p>

	<p>28.08±3.93; Pes:                  1110.21±703.50gr.                  Group 2 (16): Morfina. EG:                  28.17±3.00; Pes:                  1113.44±562.46gr.</p>	<p>6.84±1.54 - 6.67±2.54                  - 28.97±15.03</p>
<p>Slater et al.                  (2008).                  Regne Unit</p>	<p>Mesurar la resposta del dolor a nivell cortical als infants que es dóna la primera oportunitat per avaluar el dolor respecte l'entrada sensorial establint els resultats de valoració del dolor com un reflex de la resposta cortical. N=33. EG: 24.0-34.6; Pes: 547-2360 gr. Escala valoració del dolor: PIPP.</p>	<p>S'establí una correlació entre PIPP i el nivell d'activitat cortical. En els diferents paràmetres de PIPP, l'expressió facial va ser correlacionada amb l'activitat cortical.</p>
<p>Taddio et al.                  (2008).                  Canadà.</p>	<p>Avaluar la seguretat i l'efectivitat de l'administració de sacarosa als nounats que estan sotmesos a diferents processos invasius (punció venosa) als primes dos dies de vida. Estudi aleatoritzat, controlat doble cec. N= 240. Pes 3420 gr. Escala valoració del dolor: PIPP.                  Grup 1 (60): Solució de sacarosa amb mare no diabètica. EG:: 39.0±1.3                  Grup 2 (60): Solució de sacarosa amb mare diabètica. EG: 39.1±1.1                  Grup 3 (60): Placebo amb mare no diabètica. EG:: 38.7±1.3                  Grup 4 (60): Placebo amb mare diabètica. EG: 39.3±0.9</p>	<p>Valors de PIPP abm injecció intramuscular i punció venosa.                  Grup 1: 7.4 – 5.7                  Grup 2: 6.2 – 6.8                  Grup 3: 8.5 – 8.9                  Grup 4: 7.2 – 9.2                  Diferències estadísticament significatives entre els grups de punció venosa amb mares diabètiques (sacarosa i placebo) i mares no diabètiques (sacarosa i placebo).</p>
<p>Taddio et al.                  (2009).                  Canadà.</p>	<p>Determinar l'efecte de l'exposició repetitiva a processos dolorosos amb administració de sacarosa</p>	<p>Valors de PIPP i VAS (amb diferència estadística)</p>



	<p>observant el desenvolupament de la hiperalgèsia als recent nascuts amb l'administració de vitamina K intramuscular. N=214. Escala valoració del dolor: PIPP i VAS. .                  Grup amb baixa exposició (133). EG:: 39.1±1.0; W: 3400±400 gr.                  Grup amb alta exposició (81). EG: 39.0±1.3; Pes: 3500±500 gr.</p>	<p>significativa):                  Grup baixa exposició:                  7.7±3.5 - 3.9±2.7                  Grup alta exposició:                  6.9±3.8 - 3.7±2.6</p>
<p>Duran et al.                  (2009).                  Turquia.</p>	<p>Avaluar i determinar el desconfort als nounats preterme ubicats a la incubadora amb la presa de temperatura amb un nou prototip de termòmetre no invasiu aplicat al centre del crani, un altre mètode aplicant termòmetre sobre l'artèria temporal en comparació amb la presa de temperatura axil-lar amb termòmetre de mercuri. Estudi prospectiu comparatiu. N=34. EG: 30.2; Pes: 1220 gr.                  Grup 1 (450): Presa de temperatura al centre del crani.                  Grup 2 (450): Mètode presa de temperatura per l'artèria temporal.                  Grup 3 (450): Mètode de presa de temperatura axil-lar.</p>	<p>Valors de PIPP (amb diferència estadística significativa):                  Grup 1: 5.07±0.36                  Grup 2: 5.18±0.43                  Grup 3: 7.59±0.84</p>
<p>Akcan et al.                  (2009).                  Turquia.</p>	<p>Avaluar l'efecte del mètode cangur, implementat per les mares, en resposta al dolor als nounats preterme abans, durant i després d'un procés invasiu. Estudi comparatiu, aleatoritzat, controlat. N=50. Escala valoració dolor: PIPP.</p>	<p>Valors de PIPP en estat basal; minut 1 - 2 - 3; minut posterior 1 - 2 (amb diferència estadísticament significativa):                  Grup 1: 4-7-4-4-4-4.                  Grup 2: 4-15-15'5-15-</p>

	<p>Grup 1 (25): Mètode cangur. EG: 31.3±1.9; Pes: 1576.6±491.2 gr.</p> <p>Grup 2 (25): Grup Control. EG: 31.9±1.2; Pes: 1761.5±560.5 gr.</p>	12'5-7.
<p>Cignacco et al. (2009). Suïssa.</p>	<p>Explorar la variabilitat de la resposta dolorosa amb nivells de cortisol als nounats preterme administrant sacarosa oral durant la punció amb llanceta. Grup simple explorant la resposta amb mesures i processos invasius repetits. N=9. EG:: 29±1.4; Pes: 1418.89±327.8 gr. Escala valoració del dolor : PIPP, BPSN i VAS.</p>	<p>Sense diferències estadísticament significatives amb els nivells de cortisol estudiats havent aplicat u process invasiu dolorós (pre i post).</p>
<p>Taddio et al. (2009). Canadà.</p>	<p>Determina l'efecte analgèsic de la sacarosa via oral als processos dolorosos del nounat en resposta al dolor en conseqüència al canvi de bolquer. Estudi doble cec, aleatoritzat i controlat. N=186. Escala valoració del dolor: PIPP. Grup 1 (120): 2 ml glucosa oral al 24%. Edat: 273±8 dies. W: 3400±500 gr.</p> <p>Grup 2 (120): 2 ml d'aigua estèril. Edat: 273±8 dies. Pes:3400±500 gr.</p>	<p>Valors de PIPP (amb diferència estadísticament significativa): Grup 1 (96): 5.1±0.3 Grup 2 (90): 6.5±0.4</p>
<p>Sun et al. (2010). Canadà.</p>	<p>Avaluar els mètodes farmacològics i no farmacològics per disminuir el dolor durant l'examinació ocular als nounats preterme. Revisió sistemàtica.</p>	<p>Sacarosa oral i aplicació de propracaina és una solució analgèsica efectiva per reduir el dolor segons valors de PIPP estudiats.</p>

<p>Slater et al. (2010). Regne Unit.</p>	<p>Avaluar l'efecte de l'administració de sacarosa per reduir la resposta cortico-cerebral específica després d'un procés nociu agut (punció amb llanceta) als nounats. Estudi aleatoritzat controlat doble cec. N=44. Escala valoració del dolor: PIPP. Grup 1 (20): 0.5 ml de solució de sacarosa al 24%. EG: 39.8±1.1; Pes: 3449±453 gr. Grup 2 (24): 0.5 ml d'aigua estèril. EG: 39.8±1.3; Pes: 3454±443 gr.</p>	<p>Valors de PIPP (amb diferència estadísticament significativa): Group 1: 5.8 Group 2: 8.5</p>
<p>Spasojevic et al. (2011). Sèrbia.</p>	<p>Avaluar l'ús de quatre escales de valoració del dolor neonatal descrivint les respostes a un procés dolorós. Estudi prospectiu i observacional. N=360. Escala valoració dolor: DAN, NIPS, PIPP i NPAS. EG: 36.74±3.55; Pes: 2743.83 gr. Grup 1: Punció venosa en T0 (inici del procediment) versus T1 (percentatge d'increment i màxim) i T1 versus T2 (percentatge de disminució).</p>	<p>DAN i NPAS són escales convenients per a l'ús a la pràctica clínica diària (coeficient de variabilitat similar). PIPP es recomanable en el seu ús. NIPS va obtenir l'índex de variabilitat més elevat.</p>
<p>Kristoffersen et al. (2011). Noruega.</p>	<p>Avaluar el dolor i desconfort durant la inserció de sonda nasogàstrica avaluant diferents mesures per disminuir el dolor. Estudi aleatori controlat. N=24. Escala valoració dolor: PIPP. Grup 1: Sense mètode consolació/sense solució oral: EG: 32±2; Pes: 1580 gr.</p>	<p>Valors de PIPP: Group 1: 9. Group 2: 11. Group 3: 8. Group 4: 10. Group 5: 9. Group 6: 7.</p>

	<p>Grup 2: Sense mètode de consolació/solució oral d'aigua estèril. EG: 32±1; Pes: 1460 gr.</p> <p>Grup 3: Sense mètode de consolació/administració oral de sacarosa al 30%. EG: 32±0; Pes: 1540 gr.</p> <p>Grup 4: Amb mètode de consolació/sense solució oral. EG: 32±1; Pes: 1600 gr.</p> <p>Grup 5: Amb mètode de consolació/administració d'aigua estèril. EG: 32±1; Pes: 1520 gr.</p> <p>Grup 6: Amb mètode de consolació/administració de sacarosa oral al 30%. EG: 32±2; Pes: 1540 gr.</p>	
<p>Cogen et al. (2011). Estats Units.</p>	<p>Observar l'efecte de l'anestèsic tòpic aplicat a la còrnia en resposta al dolor al nounat prematur durant l'examinació ocular de la retinopatia diabètica. (ROP). Estudi aleatoritzat i controlat. N=92 observacions. EG: 31 – 40; Pes: 550-1455 g. Escala valoració del dolor: PIPP.</p> <p>Grup 1: Inserció d'espèculum a la parpella /placebo.</p> <p>Grup 2 Inserció d'espèculum a la parpella /anestèsic.</p> <p>Grup 3: Oftalmoscopi/ placebo.</p> <p>Grup 4: Oftalmoscopi / anestèsic.</p> <p>Grup 5: Oftalmoscopi amb depressió escleral / placebo.</p> <p>Grup 6: oftalmoscopi amb</p>	<p>Valor de PIPP (sense diferències estadístiques):</p> <p>Group 1: 4.3.</p> <p>Group 2: 4.5</p> <p>Group 3: 7.8</p> <p>Group 4: 7.3</p> <p>Group 5: 12.</p> <p>Group 6: 10.4.</p> <p>Group 7: 10.4.</p> <p>Group 8: 8.8.</p>

	<p>depressió escleral / anestèsic.</p> <p>Group 7: puntuació examen ocular/placebo.</p> <p>Group 8: puntuació examen ocular/anestèsic.</p>	
<p>Liaw et al. (2011). Taiwan</p>	<p>Determinar la fiabilitat i la consistència interna de les escales de valoració del dolor als nounats preterme durant la punció amb llanceta. Estudi pilot. N= 60. EG: 32.92±2.24; Pes: 1765.07±382.21. Escales de valoració del dolor: PIPP, PASPIN i VAS.</p>	<p>Valors de PIPP – PASPIN – VAS amb correlació estadística: 9.77±4.05-10.14±4.01-7.59 ± 2.82</p>
<p>Ozawa et al. (2011). Japó.</p>	<p>Examinar la resposta cortical als nounats preterme i a terme que han estat exposats a múltiples processos invasius dolorosos. Estudi observacional. N=80. Escala valoració del dolor: PIPP. Grup 1 (30): Nounats a terme sense processos invasius. EG: 39.3±1.2; Pes: 3123.2±283.7gr. Grup 2 (20): Nounats a terme amb processos invasius. EG: 38.9±1.4; Pes: 2739.4±498.6gr. Grup 3 (30): Nounats preterme amb processos invasius. EG: 34.0±2.5; Pes: 2018.5±508.6gr.</p>	<p>Valors de PIPP (sense diferències estadísticament significatives):                  Group 1: 11.3±3.3                  Group 2: 10.2±3.5                  Group 3: 10.3±4.3</p>
<p>Couto et al. (2012). Brasil.</p>	<p>Avaluar l'eficàcia de dos opiàcids administrats endovenosament (fentanil i tramadol) als nounats sotmesos a intervenció quirúrgica i amb IOT i que s'ha de retirar el tub traqueal després de 72 hores post cirurgia. Estudi aleatori, controlat</p>	<p>Valors de CRIES i NFCS amb cirurgia menor (sense diferències estadísticament significatives):                  Grup 1: 1.51 - 0.39.</p>

	<p>doble cec. N=160. Escala valoració del dolor CRIES i NFCS. Pes: 2924±702 g.</p> <p>Grup 1 (40): Cirurgia menor administrant fentanil. EG: 37.6±2.4.</p> <p>Grup 2 (40): Cirurgia menor administrant tramadol. EG: 38.5±1.3.</p> <p>Grup 3 (40): Cirurgia major administrant fentanil. EG: 37.7±2.2.</p> <p>Grup 4 (40): Cirurgia major administrant tramadol. EG: 37.4±2.7.</p>	<p>Grup 2: 1.57 – 0.53.</p> <p>Valors de CRIES i NFCS amb cirurgia major (sense diferències estadísticament significatives):</p> <p>Grup 3: 2.33 – 0.85.</p> <p>Grup 4: 2.53 – 0.67.</p>
<p>Bueno et al. (2012).                  Brasil.</p>	<p>Comparar l'eficàcia de l'alletament matern vs. L'administració de glucosa oral al 25% en la resposta del dolor als nounats preterme durant la punció amb llanceta. Estudi aleatoritzat i controlat. N=113. Escala valoració del dolor: PIPP.</p> <p>Grup 1 (57): Grup administració glucosa oral al 25%. EG: 35.8; Pes: 2235.7 g.</p> <p>Grup 2 (56): Grup alletament amb biberó. EG: 35.5; Pes: 2460.5 g.</p>	<p>Valors de PIPP (amb diferència estadísticament significativa):</p> <p>Grup 1: 4.55±3.17</p> <p>Grup 2: 7.54±3.61</p>
<p>Campbell-Yeo et al. (2012).                  Canadà.</p>	<p>Avaluar la resposta del dolor als nounats bessons preterme que es disposen al mateix bressol comparat amb el contacte amb pell (mares i pares) després de la punció amb llanceta. Estudi aleatori. N=124. Escala valoració del dolor: PIPP.</p> <p>Grup 1 (67): Bessons disposats al</p>	<p>Valors de PIPP (sense diferències estadísticament significatives):</p> <p>Grup 1: 7.1±2.8</p> <p>Grup 2: 7.2±3.4</p>

	<p>mateix bressol. EG: 31.6±2.5; Pes: 1719.2±477.9gr.</p> <p>Grup 2 (57): Nounats amb cures estàndards. EG: 32.1±22.7; Pes: 1787.9±508.8gr.</p>	
<p>Gitto et al. (2012). Itàlia.</p>	<p>Avaluar la disminució de la resposta del dolor dels nounats preterme que se'ls hi realitza punció amb llanceta mitjançant l'administració de fentanil, "facilitated tucking" i saturació sensorial. Estudi prospectiu, aleatoritzat i controlat. N= 150. EG: 27 – 32. Escala valoració del dolor: CRIES</p> <p>Grup 1 (50): Administració de fentanil.</p> <p>Grup 2 (50): "Facilitated tucking".</p> <p>Grup 3 (50): Saturació sensorial (contacte amb els 5 sentits)</p>	<p>Valors de CRIES (amb diferències estadísticament significatives):</p> <p>Grup 2: 9.33±5.1</p> <p>Grup 3: 4.39±3.6</p>
<p>Munsters et al. (2012). Suècia.</p>	<p>Mesurar el freq a pell durant la punció amb llanceta als nounats d'entre 22 – 27 setmanes de gestació. Estudi observacional. N=10. Escala valoració del dolor: N – PASS.</p> <p>Grup 1 (6) : &lt;28 EG; Pes: 633±179gr.</p> <p>Grup 2 (4) : &gt;28 EG; Pes: 2191±529gr.</p>	<p>Absència de signes de desconfort als nounats &lt;28 EG durant l'administració de glucosa oral en la punció amb llanceta. Signes de desconfort durant el reemplaçament del tub oro traqueal, d'acord amb puntuació N – PASS no hi hagueren canvis amb el grup freq a pell durant</p>

		aquesta intervenció.
Johnston et al. (2012). Canada.	Determinar la fiabilitat de l'efecte del mètode cangur amb mare biològica o mare alternativa en la resposta al dolor dels nounats preterme en la punció amb llanceta. Estudi aleatoritzat controlat. N=18. EG: 32; Pes:2200gr. Escala valoració del dolor: PIPP. Grup 1 (8): Mare biològica. Grup 2 (10): Mare alternativa.	Valors de PIPP (diferència entre mitjanes, valors als 30seg. als 60 seg. als 90 seg. i als 120 seg. entre grup 1 i grup 2. Efecte de 0.23; 0.24; 0.43 i 0.37. Diferència entre la mitjana de PIPP grup 1 i grup 2: 1.1 – 1.7.
Simonse et al. (2012). Holanda.	Investigar si l'alletament matern vs. l'alletament amb biberó és millor analgèsia que l'administració de sacarosa als nounats nascuts amb una EG d'entre 32 – 37. Estudi aleatoritzat. N=70. Escala valoració del dolor: PIPP i COMFORT. Grup 1 (23): Alletament. EG: 34.7±1.7; Pes: 2361±434gr. Grup 2 (23): Alletament + suplement. EG: 34.5±1.3; Pes: 2117±526gr. Grup 3 (24): Sacarosa grup. EG: 34.9±1.3; Pes: 2186gr.	Valors de PIPP i COMFORT (amb diferències estadísticament significatives entre els grups 1 i 2 en les puntuacions COMFORT): Grup 1: 7.04 – 19.00 Grup 2: 5.11 – 16.30 Grup 3: 5.47 – 15.80
Harrison et al. (2012). Regne Unit.	Identificar el desconfort durant els transport neonatal. Estudi prospectiu de cohorts. 239 episodis de transport. Escala valoració del dolor: PIPP.	Valors de PIPP durant el transport: Grup 1 (G.A: <28): 5.4 Grup 2 (G.A: 28 – 31): 4.7 Grup 3 (G.A: 32 – 35): 3



		Grup 4 (G.A: >35): 2.1
Slater et al. (2012). Estats Units.	Examinar la relació entre el dany tissular i l'estrès oxidatiu. Estudi prospectiu. N=80. Escala valoració del dolor: PIPP. Grup 1 (38): Procediment amb dany tissular. EG: 31.2±3; Pes: 1637±499 g. Grup 2 (42): Sense experiència de dany tissular. EG: 31.2±3; Pes: 1644±486 g.	Valors de PIPP (amb diferència estadísticament significativa): Grup 1: 11 Grup 2: 5 Detecció d'àcid úric i malon-di-aldehid: Grup 1: 140.50-138.90 // 2.07-2.21 Grup 2: 132.76-123.23 // 2.07-1.81
Martínez et al. (2013). Mèxic.	Avaluar la resposta fisiològica i conductual en termes de dolor als nounats preterme que reben injecció intravítrea per la detecció de la retinopatia del prematur amb aplicació tòpica anestèsica. Estudi prospectiu, d'intervenció no comparatiu en cas sèrie. N=9. EG: 28.7±1.3; Pes: 1200±194 g. Escala valoració del dolor: PIPP.	Valor de PIPP: 8.7±2.4
Deindl et al. (2013). Àustria.	Avaluar la implementació del protocol de sedació i analgèsia a 2 UCIN. N= 949. Escala valoració del dolor: N – PASS. Grup 1 (465): Grup intervenció. EG: 32.6±4.8; Pes: 1887±994gr. Grup 2 (484): Grup control. EG: 31.9; Pes: 1766±925gr.	Implementació satisfactòria del protocol. El projecte va incloure 55 infermeres i 25 metges de les 2 unitats d'estudi.
Hui-Chen et al. (2013). Taiwan.	Avaluar l'efecte de l'EMLA per minimitzar el dolor als nounats prematurs durant la punció venosa	Valors de N-PASS (amb diferència estadísticament

	<p>a les UCIN. N= 32. EG:  <math>32.46 \pm 2.89</math>; Pes: <math>1669.19 \pm 540.42</math>                  g. Estudi amb mesures repetides.                  Escala valoració del dolor: N – PASS.                  Grup 1 aplicació EMLA i grup 2 grup control.</p>	<p>significativa):                  Grup 1: <math>1.5 \pm 1.6</math>                  Grup 2: <math>3.2 \pm 2.3</math></p>
<p>Nimbalkar et al.                  (2013).                  Índia.</p>	<p>Demostrar que l'administració de dextrosa al 25% via oral abans de realitzar IOT és una analgèsia efectiva als nounats. Estudi aleatoritzat, control doble – cec. N=104. Escala valoració del dolor: PIPP.                  Grup 1 (52): Grup control. EG: &gt;36: 30; 32-35: 14; 28-31: 8.                  Grup 2 (52): Grup intervenció. EG: &gt;36: 32; 32-35: 14; 28-31: 6.</p>	<p>Valors de PIPP (amb diferències estadísticament significatives):                  Grup 1: 10.31                  Grup 2: 8.21</p>
<p>Ozawa et al.                  (2013).                  Japó.</p>	<p>Descriure i analitzar el maneig del dolor neonatal i els factors tant organitzatius com individuals que les infermeres i els neonatòlegs identifiquen per aquesta valoració i tractament.</p>	<p>Més del 60% de les unitats no utilitzen escales de valoració del dolor. Algunes unitats utilitzen escales validades i fiables com FSPAPI, PIPP, NFCS i NIPS. Cap unitat utilitza l'escala CRIES i N – PASS.</p>
<p>Rodrigues et al.                  (2013).                  Brasil.</p>	<p>Avaluar si el canvi de bolquer es percep com un process invasiu entre els nounats amb EG entre 28 – 32 a les 72 hores, a les 3 dies, als 14 dies, als 21 dies i als 28 primers dies de vida. Estudi prospectiu de</p>	<p>Valors de BIIP, NIPS i PIPP:                  72 hores: <math>3.08 \pm 2.27</math>;  <math>3.42 \pm 1.84</math>; <math>6.08 \pm 3.70</math>                  3 dies: <math>3.11 \pm 2.28</math>;  <math>3.64 \pm 1.87</math>; <math>5.53 \pm 3.81</math></p>

	cohorts. N=36. EG: 30.2±1.4; Pes: 1257±238 g. Escala valoració del dolor: PIPP, BIIP i NIPS.	14 dies: 2.22±1.17; 2.97±1.38; 5.00±3.11 21 dies: 3.17±2.27; 3.42±1.71; 6.39±4.54 28 dies: 2.61±1.81; 3.06±1.53; 6.03±3.91
Sundaram et al. (2013). Índia.	Determinar l'efecte " <i>facilitated tucking</i> " en la resposta del dolor als nounats preterme durant la punció amb llanceta a les UCIN. Estudi pilot, aleatoritzat i controlat. N=40. EG: 34.11±2.29; Pes: 2153±532.84gr. Escala valoració del dolor: PIPP. Grup 1 (20): " <i>Facilitated tucking</i> ". Grup 2 (20): Sense " <i>facilitated tucking</i> ".	Valors de PIPP (amb diferències estadísticament significatives): Grup 1: 8.80±3.82 Grup 2: 11.20±3.44
Dilli et al. (2014). Turquia.	Avaluar l'eficàcia de l'administració de sacarosa oral combinada amb la succió no nutritiva per reduir el dolor als nounats prematurs per a la detecció de la retinopatia del prematur. Estudi aleatori controlat. N=64. Escala valoració del dolor: PIPP. Grup 1 (32): Administració de sacarosa al 24% amb mètodes de consolació. EG: 28.2±2.7; Pes: 1248±392gr. Grup 2 (32): Administració oral d'aigua estèril amb mètodes de consolació. EG: 28.8±2.9; Pes: 1360±530gr.	Valors de PIPP (amb diferència estadísticament significativa): Grup 1: 13.7±2.1 Grup 2: 16.4±1.8

<p>Badiee et al. (2014). Iran.</p>	<p>Determinar si els nounats prematurs disposats al mateix bressol és un efecte analgèsic o no. Estudi aleatori controlat. N=100. Escala valoració del dolor: PIPP. Grup 1 (50): Cures estàndars. EG: 32.02±1.7; Pes: 1491.3±254.12gr. Grup 2 (50): Bessons al mateix bressol. EG: 32.08±1.8; Pes: 1500.6±3.88gr.</p>	<p>Valors de PIPP (amb diferències estadísticament significatives): Grup 1: 9.5±2.3 Grup 2: 7.9±2.6</p>
<p>Chrysostomou et al. (2014). Estats Units i Guatemala.</p>	<p>Investigar si la seguretat i eficàcia farmacocinètica de la dexmedetomidina als nounats preterme i als nounats a terme amb EG ≥28 to ≤44. Estudi fase II/III, multicèntric. N= 42. EG 35.7±4.0; Pes: 2600±1000gr. Escala valoració del dolor: N – PASS.</p>	<p>Es realitzaren 723 avaluacions amb l'escala N – PASS. Un 5% van obtenir una puntuació &gt; 3 punts. Un 77% van obtenir una puntuació entre - 5 i 3. Un 18% van obtenir una puntuació entre - 6 i -10. En general els pacient amb un nivell de dosi total la puntuació a l'escala N – PASS va ésser superior a 3.</p>
<p>Ghaffari et al. (2014). Iran.</p>	<p>Comparar els nivells d'experiència dolorosa als nounats amb inserció de sonda suprapúbica o cateterització transuretral per la recollida d'orina estèril. Estudi</p>	<p>Valors de PIPP (sense diferències estadísticament significatives): Group 1: 9.9±3.7</p>

	<p>prospectiu aleatoritzat. N=85.                  Escala valoració del dolor: PIPP.                  Grup 1 (43). Aspiració suprapúbica. EG: 37.3±2.1; Pes: 3296.59±3056.9gr.                  Grup 2 (42): Cateterització transuretral. EG: 37.2±2.6; Pes: 3056.9±628.4gr.</p>	<p>Group 2: 9.6±3.2</p>
<p>Gibbins et al. (2014).                  Canada.</p>	<p>Examinar la validació, la fiabilitat i la consistència interna de l'escala PIPP revisada als nounats d'edats gestacionals varies, amb diagnòstics i processos diferents. Estudi prospectiu i transversal. 3 UCIN van ser escollides per participar. N=202. Escala valoració del dolor: PIPP.</p>	<p>Els valors de PIPP van ser superiors durant els processos invasius (mitjana de 6.7±3.0) vs. Valors de PIPP sense processos invasius (mitjana de 4.8±2.9). Consistència consolidada entre diferents grups d'edat. Diferències estadísticament significatives en les puntuacions més altres entre els nounats amb EG&lt;32 setmanes per cada procés invasiu (p = 0.003) i per cada procés no invasiu (p &lt; 0.001).</p>
<p>Ravishankar et al. (2014).                  Índia.</p>	<p>Determinar si la solució oral de dextrosa pot disminuir la resposta dolorosa als nounats en la inserció de sonda nasogàstrica. Estudi doble cec, placebo control,</p>	<p>Valors de PIPP (amb diferències estadísticament significatives entre grup 1 i grup 2):</p>

	<p>aleatoritzat i controlat. N=147.                  Escala valoració del dolor: PIPP.                  Grup 1 (48): 25% dextrosa oral.                  EG: 36.4±1.6; Pes: 2040±570 gr.                  Grup 2 (50): 10% dextrosa oral.                  EG: 36.7±1.7; Pes: 2560±520 gr.                  Grup 3 (49): Placebo. EG:                  36.6±1.8; Pes: 2150±640gr.</p>	<p>Grup 1: 10                  Grup 2: 12                  Grup 3: 12</p>
<p>Shu et al.                  (2014).                  Taiwan.</p>	<p>Determinar la resposta del dolor al canvi de bolquer en comparació en escalfar el taló per realitzar punció amb llanceta als nounats. N=75.                  Escala valoració del dolor: NIPS.                  Grup 1 (25): Grup control. EG: 266.80±15.93 dies; Pes: 2976.60±547.05gr.                  Grup 2 (25): Canvi de bolquer. EG: 269.20±10.86 dies; Pes: 3133.76±469.90gr.                  Grup 3 (25): Escalfament del taló. EG: 269.60±10.43 dies; Pes: 2987.52±619.01gr.</p>	<p>Valors de NIPS (amb diferències estadísticament significatives):                  Grup 1: 4.64±2.02                  Grup 2: 3.00±2.47                  Grup 3: 3.40±2.22</p>
<p>Abbasoglu et al.                  (2015).                  Turquia.</p>	<p>Investigar l'efecte de pressió d'acupuntura de Kun Lun (UB60) i Taixi (K3) pel maneig del dolor als nounats preterme durant la punció amb llanceta per obtenir una mostra de sang. Estudi prospectiu, controlat, aleatoritzat. N= 32.                  Escala valoració del dolor: PIPP.                  Grup 1 (16): Acupressió. EG: 32.25±1.87; Pes: 1961.87±487.22gr.                  Grup 2 (16): Control. EG: 32.18±2.61; Pes:</p>	<p>Valors de PIPP (sense diferències estadísticament significatives):                  Grup 1: 9.13±1.99                  Grup 2: 9.56±1.71</p>

	1780.62±564.72gr.	
Azarmnejad et al. (2015). Iran.	Determinar l'efecte de l'estimulació auditiva familiar en la resposta del dolor als nounats a terme amb extracció d'analítica de sang. Estudi aleatoritzat. N= 30. EG: 40.4±2.49; Pes: 3162.67±495.56gr. Escala valoració del dolor: NIPS.	Valors de NIPS al grup control (6 – 46.7%). Valors de NIPS al grup intervenció (0 – 26.6%).
Kataria et al. (2015). Índia.	Avaluar l'efecte de la dextrosa oral amb l'aplicació d'anestèsia en la resposta dolorosa als nounats durant l'ablació per làser com a teràpia de la retinopatia del prematur. Estudi aleatoritzat i controlat. N=24. Escala valoració del dolor: PIPP. Grup 1 (12): Dextrosa oral amb aplicació d'anestèsic. EG: 30.6±1.6; Pes: 1266±371gr. Grup 2 (12): Control. EG: 29.2±2.2; Pes: 1136±461gr.	Valors de PIPP (amb diferències estadísticament significatives): Grup 1: 11.27±4.19 Grup 2: 11.45±3.67.
Lopez et al. (2015). Kuala Lumpur.	Determinar l'efectivitat del “ <i>facilitated tucking</i> ” per reduir la resposta dolorosa als nounats preterme durant la punció venosa. Estudi quasi-experimental. N= 42. Escala valoració del dolor: PIPP. Grup 1 (21): “ <i>Facilitated tucking</i> ”. EG: 31.71±1.93; Pes: 1523±461gr. Grup 2 (21): Grup control. EG: 30.57±2.82; Pes: 1554±572gr.	Valors de PIPP (amb diferències estadísticament significatives): Grup 1: 9.68±0.92 Grup 2: 10.47±0.77
Shen et al. (2015). Estats Units.	Reduir el dolor durant la punció amb llanceta als nounats aplicant mètodes d'educació sanitària als professionals. Estudi pilot, no	Durant la punció amb llanceta els valors de N – PASS van ser 3.68 vs. 2.56 entre el

	<p>blindat i d'avaluació de qualitat. N=50. Nounats d'EG &lt;45 setmanes. Escala de valoració del dolor: N – PASS.</p> <p>Group 1 (25): Pre-educació. Pes: 2382gr.</p> <p>Group 2 (25): Post-educació. Pes: 2291gr.</p>	<p>grup 1 i grup 2 amb diferències estadísticament significatives.</p>
<p>Uzellin et al. (2015). Turquia.</p>	<p>Avaluar l'efectivitat de l'administració de glucosa oral al 5% per reduir el dolor als nounats preterme durant la injecció intramuscular. Estudi prospectiu, aleatoritzat i controlat. N=80. Escala valoració del dolor: NIPS.</p> <p>Grup 1 (40): Administració de glucosa oral al 5%. EG: 32.8± 3.0; Pes: 2170±0.5gr.</p> <p>Grup 2 (40): Grup control. EG: 32.3±2.6; Pes: 2270±0.5gr.</p>	<p>Valors de NIPS (amb diferències estadísticament significatives):</p> <p>Grup 1: 4.2±0.7</p> <p>Grup 2: 5.6±0.6</p>
<p>Vezyroglou et al. (2015). Alemanya.</p>	<p>Investigar si l'aplicació de glucosa oral redueix la resposta dolorosa durant l'aspiració orofaríngea. Estudi prospectiu, aleatoritzat, doble cec, placebo controlat. N=32. Escala valoració del dolor: PIPP.</p> <p>Grup 1 (16): Administració de glucosa i posteriorment placebo. EG: 33.6±2.1; Pes: 1983±428gr.</p> <p>Grup 2 (16): Administració de placebo i, posteriorment, glucosa. EG: 34.4±1.6; Pes: 2184±525gr.</p>	<p>Valors de PIPP durant el procediment i posterior a l'administració de glucosa o placebo (sense diferències estadísticament significatives):</p> <p>Grup 1: 7.5 / 8.41</p> <p>Grup 2: 8.44 / 8.71</p>



Härmä et al. (2016). Finlàndia.	Determinar si l'administració de paracetamol endovenós és un mètode efectiu per reduir la resposta dolorosa als nounats prematurs en la punció venosa. Estudi de cohorts. N= 218. Escala de valoració del dolor: NIAPAS. Grup 1 (108): Paracetamol grup. EG: 28.4±1.9; Pes: 1200±390gr. Grup 2 (110): Grup control. EG: 28.5±2.5; Pes: 1250±430gr.	Valors de NIAPAS (amb diferències estadísticament significatives): Grup 1: 3.35±1.07 Grup 2: 3.22±1.36
---------------------------------------	--	--

## **Annex 2. Enquesta de valoració automàtica del dolor en neonatologia (disponible amb anglès, francès i castellà).**

### Valoración del Dolor en Unidades Neonatales (APANICU)

APANICU es un proyecto para valorar el dolor en Unidades Neonatales a través de la Inteligencia Artificial. Se está desarrollando en los Departamentos de Ingeniería Informática y Matemáticas; de Enfermería; y Equipo de Investigación de la Universidad de Referencia. Fue aprobado por el Comité de Ética y de Investigación Clínica del Hospital Universitario con resolución 47/2014. El prototipo se está desarrollando actualmente en la UCI neonatal de dicho Hospital. Los datos obtenidos en esta encuesta siguen los principios establecidos en la Declaración de Helsinki, en las normas legales de buena práctica clínica (CPMP/ICH/135/95) y se ajustan a la normativa española (Ley 15/1999 y Real Decreto 1720/2007).

El siguiente cuestionario tiene por objetivo conocer la opinión de los profesionales que atienden a los neonatos enfermos (pediatras, neonatólogos, enfermeros/as, etc.) sobre la valoración automática del dolor.

Por favor conteste éste cuestionario (sólo tardará 5 minutos).

Para dudas y/o preguntas:

joseporiol.casanovas@estudiants.urv.cat

Muchas gracias por su colaboración.

1. Centro de trabajo\*Obligatoria

2. Sexo\*Obligatoria

- Hombre
- Mujer

### 3. Edad\*Obligatoria

### 4. Categoría profesional\*Obligatoria

- Médico/a adjunto
- Médico/a residente
- Enfermero/a
- Otros:

### 5. ¿Cuánto tiempo Hace que trabaja en la UCI neonatal?\*Obligatoria

- < 3 años
- 3 a 6 años
- > 6 años
- Otros:

### 6. ¿Cada cuánto tiempo se valora el dolor del neonato en su unidad? (puede marcar varias respuestas)\*Obligatoria

- Cada hora
- Cada 2 horas
- Cada 4 horas
- Cada turno
- Al realizar técnicas dolorosas
- Según el estado del neonato

- NS/NC
- Otros:

7. ¿Qué escala se utiliza en su unidad para la evaluación del dolor? Puede marcar varias respuestas\*Obligatoria

- CRIES
- PIPP
- N-PASS
- Susan Givens-Bell
- Propia de nuestra unidad
- Ninguna. Evaluación personal del profesional
- NS/NC
- Otros:

8. En su unidad ¿el personal sigue formación para unificar criterios sobre la evaluación del dolor del neonato?\*Obligatoria

- Sí
- No
- NS/NC

9. ¿Qué dificultades encuentra en la evaluación del dolor del neonato? (Puede marcar varias opciones)\*Obligatoria

- Falta de tiempo
- Componente subjetivo de quién evalúa
- Dificultad de aplicación de escalas para el neonato
- NS/NC
- Otros:

10. ¿Cree que el dolor en el neonato se evalúa correctamente?\*Obligatoria

- Sí
- No
- Sólo en ocasiones
- NS/NC

11. ¿Cree útil que la cifra de dolor se muestre en el monitor de constantes vitales?\*Obligatoria

- Sí
- No
- NS/NC

12. Si el dolor se evaluase de forma automática, ¿cree que sería fiable? \*Obligatoria

- Sí
- No
- NS/NC

13. Si ha respondido no en la pregunta anterior (12), ¿Cuál es el motivo? (puede marcar varias opciones)

- Un sistema automático no puede substituir la percepción humana
- El neonato es demasiado complejo
- Desconozco las posibilidades de la tecnología actual
- Otros:

## Annex 3. IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications. Lisbon. Portugal.

# An Autonomous System to Assess, Display and Communicate the Pain Level in Newborns

Antoni Martínez-Ballesté\*, Josep-Oriol Casanovas-Marsal<sup>†</sup>,  
Agusti Solanas\*, Fran Casino\*, Monserrat García-Martínez<sup>‡</sup>

\* Dept. of Computer Engineering and Mathematics

Universitat Rovira i Virgili – Tarragona, Catalonia, Spain

<sup>†</sup>Department of Nursing

Universitat Rovira i Virgili – Tortosa, Catalonia, Spain

**Abstract**—Pain is an issue that medicine considers of great importance. The treatment of pain and discomfort is essential during hospitalisation procedures, specially for newborn infants because, first, they are not able to communicate that they are in pain; and second large periods of pain or discomfort can lead to major issues. In order to assess the pain/discomfort suffered by patients, healthcare professionals use pain assessment scales: using physiologic parameters (e.g., heart beat, blood oxygen level, etc.) and observed behavioural parameters (e.g., cry, spasmodic movements, etc.) a value for pain is obtained. Current methods for pain assessment have some drawbacks, which could be overcome with the use of computerised systems.

With this aim, we present a system that automatically analyses the pain or discomfort levels of newborns. The proposed system allows the remote monitoring of newborns and raises alarms upon specific conditions. Hence, caregivers (e.g., nurses and their assistants) can act accordingly to help relieving the pain. Moreover, the remotely monitoring is also useful for parents, since they cannot stay close to their babies hospitalised in neonate Intensive Care Units.

### I. INTRODUCTION

Thousands of infants are hospitalised in the neonatal Intensive Care Units (ICUs) during their first days or weeks of their life. Some of them are preterm newborns and some other are babies that may require a variety of medical attention. These patients, as in the case of adult patients, receive several invasive procedures (needle pricks for a blood test, tube insertions, surgeries, etc.). Consequently, during hospitalisation, patients may suffer from *pain* and, more generally, from *discomfort*.

According to the International Association for the Study of Pain<sup>1</sup>, pain is defined as “an unpleasant sensory and emotional experience associated with actual or potential tissue damage, or described in terms of such damage”. In the last decades, pain has attracted the attention of modern healthcare specialists. In 1996, James Campbell from the American Pain Society promoted the phrase “pain as the 5th vital sign” to elevate awareness of pain treatment among healthcare professionals. Campbell stated that: “*Vital Signs are taken seriously. If pain were assessed with the same zeal as other vital signs are, it would have a much better chance of being treated properly. We need to train doctors and nurses to treat pain as a vital sign. Quality care means that pain is measured and treated*”.

<sup>1</sup><http://www.iasp-pain.org>

Furthermore, discomfort situations (in which something disturbs one's comfort) also frequently take place during hospitalisations. If patients communicate to their caregivers they are in discomfort, the personnel in the hospital proceeds accordingly, aiming at minimising the discomfort.

#### A. Pain and Discomfort in Newborn Infants

First, it is worth pointing out that, regarding newborns, a general thought in medicine was that they do not feel pain because their nervous systems are too immature. Fortunately, advances in medical disciplines demonstrated not only that newborns also feel pain and discomfort, but also have an increased sensitivity to pain and even hyperalgesia, which could lead to major disorders [1]. The medical community agrees in the importance of the treatment of their pain and discomfort [2], specially in neonatal ICUs<sup>2</sup>.

Notwithstanding, communicating situations of discomfort or pain is not possible in newborn infants. In general, adults are able to specify whether they are feeling pain/discomfort during their hospitalisation, unless they suffer from any impairment or disability. Also, children above 4 years of age might clearly express where and how they are feeling the pain. Naturally, this is not feasible for infants under 4 years. In addition, note that children can even lie about pain or discomfort aiming at attracting attention.



Fig. 1. Typical bedside monitor of physiologic parameters used in a neonatal unit.

<sup>2</sup>[http://www.jointcommission.org/topics/pain\\_management.aspx](http://www.jointcommission.org/topics/pain_management.aspx)

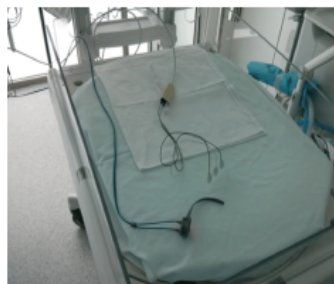


Fig. 2. Set of sensors for measuring physiologic parameters in newborns.

Hence, in order to detect, measure and corroborate the pain/discomfort that newborns are suffering, healthcare specialists have developed methods based on the observation and scoring of some parameters. To that end, a plethora of scales have been proposed in the scientific literature and have been fully validated in the clinical settings. In a nutshell, caregivers (*e.g.*, nurses and their assistants) measure vital signs (such as heart rate) and observe behaviours (such as spasmodic movements of the patient) at a regular interval. The values of vital signs are obtained by measurements on the patient, in general using a bedside monitor that displays the data obtained from a set of sensors (see Figures 1 and 2). Behavioural parameters are scrutinised by human observation.

Although this is the general scenario for pain assessment, it certainly has some shortcomings:

- This model requires a number of health personnel continuously checking parameters, and perhaps breaking the sleep or rest periods of the patients.
- Some events cannot be scrutinized if they do not occur at the same time of observation. This is the case, for instance, of spasmodic movements.

If patients were hospitalised outside the ICUs, such observations could be done by their relatives, who stay with the patients and take care of their needs. However, this is not the case of hospitalisation in ICUs: the presence of relatives in these units is constrained. Certainly, this situation is stressful for the parents of a newborn, specially in the case of preterm newborns.

The e-health and m-health services (*e.g.*, tele-assistance, remote patient monitoring, location monitoring for elderly, telemedicine, etc.) make use of technology aiming at improving results with optimised resources. Additionally, the smart city must offer a variety of benefits to their citizens. In that sense, we can think of a neonatal ICU that has a system to assess and communicate the pain and/or discomfort, suits in the smart city scenario: (i) the resources of the health service are optimised; (ii) the hospitalisation service gains in quality; (iii) the health professionals can easily accomplish with their mission of relieving pain and discomfort; and (iv) the quality of life of the parents with their newborn babies hospitalised in neonate ICUs is substantially improved.

## B. Contribution and Plan of the Paper

In this paper, we present a new approach to pain and discomfort measurement in newborns, in the scenario of a smart city healthcare service. We address the design of an autonomous system to measure, display and communicate the pain level in newborns. We automate the collection of parameters and make use of pain assessment scales to monitor the so-called 5th vital sign. With the use of Information and Communication Technologies, we can easily log the data collected and raise alarms if necessary. These alarms could be sent not only to the caregivers, but also to the parents of the newborns. Furthermore, the data collected in the system could be accessed by health professionals and researchers with different purposes. The paper is organised as follows. Section I has introduced the problem of pain and discomfort assessment in newborn infants. Section II describes the scales utilised in our proposal and the parameters they use. Section III addresses the components of the system, used for acquiring the data, computing the pain level, showing the data and generating alarms. Finally, Section IV concludes the paper and provides the advantages of such a system in a smart city scenario.

## II. MEASUREMENT OF PAIN AND DISCOMFORT

There exist several pain measurement scales in the medical literature. Some of them are widely used, and some others are restricted to a specific group of patients. In general, scales do not specify the period of observation but a set of *physiologic* and *behavioural* parameters to be observed. Upon scoring of these parameters, a value for the pain or discomfort is obtained.

### A. Parameters

Despite the quantity of scales in the literature, there is a number of parameters that are taken into account in the vast majority of the proposals. We next describe these parameters, classifying them into *physiologic* and *behavioural*.

1) *Physiologic parameters*: They consist of parameters describing the basic functioning of the body, and are related to important processes such as breathing and heart-beating. For instance, heart rate, blood oxygen level, blood pressure, body temperature, etc. are significant physiologic parameters. These parameters are collected using invasive or non-invasive procedures. As we mentioned in Section I, there exist sensor systems that collect such parameters and display the data at a specific frequency.

2) *Behavioural parameters*: These parameters usually refer to patterns of movements and actions. For instance, frowning, eyes movement, legs tonicity, sleep periods, etc. are taken into account in several scales. These parameters are registered upon observation by caregivers. Their automatic collection and integration with the monitoring of physiologic parameters seems a promising field.

### B. Scales for Pain Measurement

There are dozens of pain measurement scales. Next, we refer to some of the most outstanding ones targeted to newborn infants.



TABLE I THE THREE PAIN MEASUREMENT SCALES USED IN OUR PROPOSAL: CRIES (CRYING REQUIRES OXYGEN INCREASED VITAL SIGNS EXPRESSION SLEEP), PIPP (PREMATURE INFANT PAIN PROFILE) AND SGB (SUSAN GIVENS BELL). THE PARAMETERS USED IN EACH SCALE ARE CATEGORISED INTO PHYSIOLOGIC AND BEHAVIOURAL.

Category	Observed element	CRIES	PIPP	SGB
Physiologic	Heart	Heart rate increase	Heart rate	Heart rate
	Blood	Blood oxygen level above 95%	Blood oxygen level	Blood oxygen level
				Blood pressure
				Breathing rate
Behavioural	Body		Body movement	Body movement
	Head	Grimace	Head movement	Tonicity
			Frowning	Expression of pain
			Lips movement	
			Eyes open/closed	
		Cheek frowning		
Sleep	Sleep continuity	Active/inactive	Sleeping periods	
Cry	Yes/No		Relief/Cry	

1) Scales using only behavioural parameters: The most notable scales are Neonatal Infant Pain Scale (NIPS [3]), Bernese Pain Scale for Neonates (BPSN [4]) and Douleur Aigue Nouveau-Né (DAN [5]).

2) Scales using both physiologic and behavioural parameters: The Neonatal Facial Coding System (NFCS [6]) concentrates on studying the expression of the infant's face. The Premature Infant Pain Profile (PIPP [7], [8]) and Crying Requires oxygen Increased vital signs Expression Sleep (CRIES [9]) are scales that make use of other parameters. Recently, the scale proposed by Susan Givens Bell (SGB [10]) (Childrens Hospital in St. Petersburg, Florida) has gained popularity due to its simplicity and suitability.

Table I shows a comparison of the three last mentioned scales (PIPP, CRIES and SGB). The three scales utilize the heart rate and the blood oxygen level as physiologic parameters (specifically, CRIES uses the heart rate increase). SGB includes other interesting parameters such as blood pressure and breathing rate. Concerning behavioural parameters, the ones used in these scales are related to the body, the head, the cry and the sleep:

- In the case of body, PIPP distinguishes between quiet and active, and SGB addresses how are those movements. SGB also makes use of the tonicity of the body.
- Concerning the head, the PIPP scale takes into account the movement of the head, whereas CRIES evaluates the presence of a grimace or grunt. SGB considers the expression of pain in the newborn's face. The PIPP scale utilises several items related to the face (cf. Table I).
- Regarding sleep, the PIPP scale only considers if the baby is sleeping or not. The CRIES scale considers the values "No", "Wakes at frequent intervals" and "Constantly awake", whereas the SGB measures the sleeping periods ("None", "Between 5-10 minutes",

"More than 10 minutes").

- The cry of the newborn is taken into account only in CRIES and SGB scales. Moreover, SGB also considers the level of relief of the baby.

### III. PROPOSED SYSTEM

In this section, we describe the parts of our proposed system. We divide our design into three parts: the *Data Acquisition Module* (Figure 3, (1)), the *Pain/discomfort Measure Module* (Figure 3, (2)) and the *Log and Alarm Module* (Figure 3, (3)).

#### A. Data Acquisition Module

The Data Acquisition Module analyses both physiologic and behavioural parameters listed in Table I, namely: heart rate, blood oxygen level, blood pressure, breathing rate, body movement, head movement, frowning, lips movement, eyes open, sleeping periods, cry. It aims at giving a value to each parameter: a quantitative value to the physiologic parameters (e.g., 'blood\_oxygen\_level=95') and a qualitative value to the behavioural parameters (e.g., 'frowning=yes', 'eyes=closed', 'lips=inactive').

The module runs on a small form factor PC (e.g., an Intel NUC computer) connected to a bedside sensor device (such as the one in Figure 1). Moreover, it has a high definition web camera and a microphone attached to it. The bedside sensor device collects physiologic parameters: heart rate, blood oxygen level, breathing rate and blood pressure.

Moreover, there are several submodules devoted to analysing and assigning a value to some behavioural parameters, at a specific rate. Specifically, the behavioural parameters related to movement and expression are measured by means of computer vision techniques. By using a fixed camera, tasks such as motion detection and image segmentation can be done in a reliable way. In fact, computer vision systems are

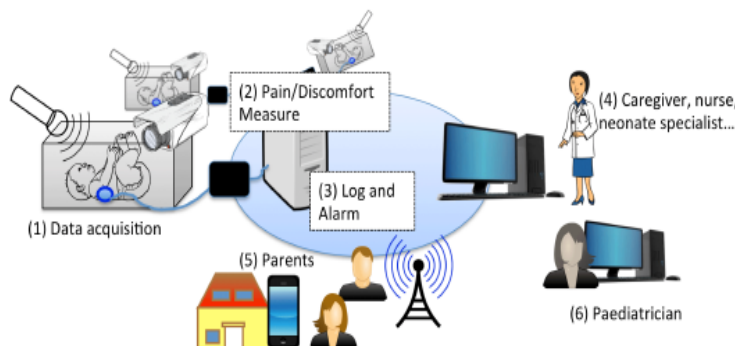


Fig. 3. Scheme of the proposal we present in this paper: (1) Data acquisition with sensors, video and audio processing; (2) Measure of the pain and/or discomfort using the proposed scales; (3) This information is shown and logged (some alarms might be raised upon certain conditions); (4) The caregivers can display and receive pain and discomfort values; These data are available to (5) parents and (6) the child's paediatrician.

being feasibly used in other newborn-related scenarios, for instance, to detect cerebral palsy [11]. Moreover, there are several examples of analysis of face expressions in newborns by means of computer vision [12], [13], [14], [15]. Finally, regarding the analysis of the cry, there are some examples in the literature aiming at characterising it [16], [17], [18].

The Data Acquisition Module builds a packet with all the parameters analysed and sends it to the Pain/discomfort Measure Module.

#### B. Pain/discomfort Measure Module

This module runs on a computer that receives, via a Local Area Network, the packets from different Data Acquisition Modules. For each packet and, utilising the selected pain measurement scales, outputs a pain level (basically, 'comfort', 'discomfort' and 'pain'). Creates a packet containing a new computed attribute 'pain\_level', as well as other attributes received from the Data Acquisition Module. The packet is sent to the Log and Alarm Module.

#### C. Log and Alarm Module

For the sake of simplicity, we have depicted this module in the same computer that is running the Pain/discomfort Measure Module. Its purpose is twofold:

- The primary task for this module is to log the packets into a patients database. The data in this database is displayed on a front end web application on a computer or on a mobile device (Figure 3, (4)). Hence, the web application presents the information in a way similar to the bedside monitor. In addition, the information can be accessed remotely, for instance from the parents' smartphone (Figure 3, (5)) or from the newborn's paediatrician's office (Figure 3, (6)).
- Moreover, the module is able to raise alarms according to specific rules. For instance, an alarm can be raised if the newborn is likely to suffer from discomfort

(e.g., 'pain\_level=discomfort') so the personnel can act immediately.

#### IV. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The novelty of our proposal lies in the fact that the assessment of pain/discomfort is supported by a computer system. Generally, as explained in the Introduction, this task is performed by nurses and their assistants with the sole action of observation of vital signs and, whenever possible, the scrutinising of some behavioural parameters. Using a computer system to automatically collect data on both physiologic and behavioural parameters, presents several advantages that we discuss in what follows.

Our system helps health professionals in their task of relieving the pain and discomfort of their patients. The monitoring and observation of parameters in an automatic manner allows caregivers to concentrate on newborn's care and relief, instead of spending time in observing the babies in their incubator cribs. Hence, our system clearly improves the resources of the health institution. Moreover, as stated before, scrutinising all the occurrences of events such as spasmodic movements would require the continuous observation of all the patients in the neonate ICU. Also, the observations may disturb the relax periods of the newborn (which could lead to a discomfort situation).

With our system, if pain or discomfort are detected, the caregiver will be informed immediately. Hence, the quality of the hospitalisation is substantially improved. In the case of newborns, acting immediately prevents major issues in the physiologic and/or cognitive system of the baby.

Moreover, a computerised system easily allows to use not only one but several pain measurement scales. Typically, a unique scale is used but, with our proposal, it would be feasible (and interesting) to use the three scales described in Table I and take into account whether their output value of 'pain\_level' is different or not.

Also, storing the data in the patients database contributes to create a knowledge base that can attract the interest of the healthcare research community. Certainly, there is still room for improving the assessment of pain. For instance, in the case of newborns, the action of crying does not necessarily mean that the baby is suffering from discomfort or pain. Thus, the gathering of information related to the assessment of pain paves the way for contributing the pain assessment discipline.

Finally, we must address the issue of the relatives (*i.e.* the parents) of the hospitalised child. The impossibility of staying day and night close to their babies is certainly stressful. Providing them with a tool that allows remotely supervising their newborn's wellness is essential for their well being.

In order to demonstrate the technical validity of our proposal we are developing a demonstrator through a project that involves researchers and practitioners from several fields, from medicine and nursing to computer vision and artificial intelligence. Using this prototype, we will conduct a test in a real clinical setting.

#### ACKNOWLEDGMENT

This work was partly funded by the Spanish Government through projects CONSOLIDER INGENIO 2010 CSD2007-0004 ARES and CO-PRIVACY TIN2011-27076-C03, by Recercaixa SIMPATIC, and by the Rovira i Virgili University through project 2013R2B-06 Sistema Automàtic de Suport a la Valoració del Dolor en Nounats Prematurs.

#### REFERENCES

- [1] K. J. S Anand, "Clinical Importance of Pain and Stress in Preterm Neonates", *Neonatology*, vol.73, pp:1-9, 1998.
- [2] J. T. Chimello *et al.*, "Pain reactivity and recovery in preterm neonates: latency, magnitude, and duration of behavioral responses", *Early Human Development*, vol.85, pp:313-318, 2009.
- [3] J. Lawrence *et al.*, "The development of a tool to assess neonatal pain", *Neonatal Network*, vol.12, pp:59-66, 1993.
- [4] E. Cignacco *et al.*, "Pain assessment in the Neonate Using the Bernese Pain Scale for Neonates", *Early Human Development*, vol.78, pp:125-131, 2004.
- [5] R. Carbajal *et al.*, "Douleur Aigüe Nouveau-né: une échelle comportementale d'évaluation de la douleur aigüe du nouveau-né APHE: Evaluation of Behavioural Scale of Acute Pain in Newborn Infants.", *Archives of Pediatrics*, vol.4, pp:623-628, 1997.
- [6] V. Lindh, "Assessment of Acute Pain in Preterm Infants by Evaluation of Facial Expression and Frequency Domain Analysis of Heart Rate Variability", *Early Human Development*, vol.48, pp:131-142, 1998.
- [7] B. Stevens *et al.*, "A Premature Infant Pain Profile: Development and Initial Validation", *The Clinical Journal of Pain*, vol. 12, pp:13-22, 1996.
- [8] M. Ballantyne *et al.*, "Validation of the Premature Infant Pain Profile in the Clinical Setting", *The Clinical Journal of Pain*, vol.15, pp:297-303, 1999.
- [9] S. Krechel, J. Bildner, "Cries: a New Postoperative Pain Measurement Score: Initial Testing of Validity and Reliability", *Paediatric Anaesthesia*, vol.5, pp:53-61, 1995.
- [10] S. G. Bell, "The national pain management guideline: implications for neonatal intensive care", *Neonatal Network*, vol.13, no:3, pp:9-17, 1995.
- [11] L. Adde *et al.*, "Early prediction of cerebral palsy by computer-based video analysis of general movements: a feasibility study", *Developmental Medicine and Child Neurology*, vol.52, no:8, pp:773-741, 2010.
- [12] L. Hazelhoff *et al.*, "Behavioral State Detection of Newborns Based on Facial Expression Analysis", *Advanced Concepts for Intelligent Vision Systems*, Lecture Notes in Computer Science, vol. 5807, pp:698-709, 2009.
- [13] T. Farroni, "The Perception of Facial Expressions in Newborns", *European Journal of Developmental Psychology*, vol:4, no:1, pp:2-13, 2007.
- [14] R. Guinsburg *et al.*, "Differences in Pain Expression between Male and Female Newborn Infants", *Pain* vol:85(1-2), pp:127-33, 2000.
- [15] M. Schiavenato *et al.* "Neonatal pain facial expression: evaluating the primal face of pain", *Pain*, no:138, vol:2, pp:460-471, 2008.
- [16] P. Sirvio, K. Michelsson, "Sound Spectrographic Cry Analysis of Normal and Abnormal Newborn Infants", *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, vol:28, pp:167-173, 1976.
- [17] K. Michelsson, O. Michelsson, "Phonation in the Newborn, Infant Cry", *International Journal of Pediatrics*, vol:49 (suppl.1), pp:297-301, 1999.
- [18] P. Rumerfors *et al.*, "Newborn Infant's Cry After Heel - Prick: Analysis with Sound Spectrogram", *Acta Paediatrica*, vol:89, pp:58-72, 2000.

## Annex 4. Resolució Comitè d'Ètica i Investigació Clínica.

**HJ23**  
Hospital Universitari Joan XXIII  
ICS Camp de Tarragona

Comitè d'Ètica d'Investigació Clínica

Generalitat de Catalunya  
Hospital de Tarragona Joan XXIII  
Comitè Ètic d'Investigació Clínica

19 SET. 2014 - 0279Z

Data	Sortida

Sr. Josep Oriol Casanovas Marsal

**Assumpte: estudi ref. CEIC 47/2014 "Valoración del dolor en neonatos ingresados en las Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales mediante el uso de sistemas inteligentes"**

Benvolgut Sr. Casanovas,

Adjunt us fem a mans el **Dictamen del CEIC** de l'estudi de referència, del que és Investigador Principal a l'H. U. de Tarragona Joan XXIII el Dr. Ricardo Closa Monasterolo.

Us recordem que aquest document original s'ha de mantenir al vostre arxiu, amb la restant documentació de l'estudi i la correspondència mantinguda amb el CEIC i les corresponents autoritats sanitàries, com marquen les BPC, i de cara a possibles auditories.

Cordialment,

  
Generalitat de Catalunya  
Hospital de Tarragona  
Joan XXIII  
Comitè Ètic  
d'Investigació Clínica

Sra. Maria De la Coba  
Secretaria Tècnica - Administrativa

Tarragona, a 19 de setembre 2014

Carrer del Dr. Mallafre Guasch, 4. Edifici B, pl. 6a B, hab. 611. 43005 - Tarragona  
Tel: 977.29.58.00 ext. 1617 - Fax: 977.22.10.44 - A/e: [ceic.hj23.ics@gencat.cat](mailto:ceic.hj23.ics@gencat.cat)

HJ23

C.P. 2013R2B-06 / T-0157-2014 - C.I. 47/2014

Hospital Universitari **Joan XXIII**  
ICS Camp de Tarragona

Carrer del Doctor Mallafre Guasch, 4  
43007 Tarragona  
Teléfon 977 295 800

### INFORME DEL COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA

Doña María De la Coba Navarrete, Secretaria del Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Universitari de Tarragona Joan XXIII

#### CERTIFICA

Que este Comité ha evaluado la propuesta del promotor **Sr. Josep Oriol Casanovas Marsal, Servicios de Urgencias, Hospital Universitari Sant Joan de Reus**, para que se realice el estudio código de protocolo **2013R2B-06 / T-0157-2014**, titulado **"Valoración del dolor en neonatos ingresados en las Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales mediante el uso de sistemas inteligentes."**, y que considera que:

Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.

La capacidad del investigador y los medios disponibles son apropiados para llevar a cabo el estudio.

Es adecuado el procedimiento para obtener el consentimiento informado del sujeto participante en el estudio.

El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiere con el respeto a los postulados éticos.

Y que este Comité acepta que dicho estudio, sea realizado en el **"HOSPITAL UNIVERSITARI DE TARRAGONA JOAN XXIII"**, por el Dr. Ricardo Closa Monasterolo.

Lo que firmo en Tarragona, a 15 de julio de 2014

  
  
Generalitat de Catalunya  
Hospital de Tarragona  
Joan XXIII  
Comité Ético  
d'Investigació Clínica

Sra. María De la Coba Navarrete  
Secretaria del Comité Ético de Investigación Clínica

X000144037-204860 - h0000112

1 / 2

HJ23

C.P. 2013R2B-06 / T-0157-2014 - C.I. 47/2014

Hospital Universitari **Joan XXIII**  
ICS Camp de Tarragona

Carrer del Doctor Mallafrè Guasch, 4  
43007 Tarragona  
Telèfon 977 295 800

Promotor: **Sr. Josep Oriol Casanovas Marsal, Servicios de Urgencias, Hospital Universitari Sant Joan de Reus**

Estudio titulado: **Valoración del dolor en neonatos ingresados en las Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales mediante el uso de sistemas inteligentes**, v. de mayo de 2014; Hoja de Información al Paciente y Consentimiento Informado v. 1, de mayo de 2014.

Realización en el Servicio de Pediatría del Hospital Universitari de Tarragona Joan XXIII.

Investigador Principal: Dr. Ricardo Closa Monasterolo

**Dña. María De la Coba Navarrete, Secretaria del Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Universitari de Tarragona Joan XXIII,**

HACE CONSTAR:

Que en dicha reunión se cumplieron los requisitos establecidos en la legislación vigente (RD 223/2004, D. Aut. 406/2006) para que la decisión del citado CEIC sea válida.

Que este CEIC, tanto en su composición como en sus PNT cumple con las normas de BPC (CPMP/ICH/135/95).

Que en el caso de que se evalúe algún estudio del que un miembro del CEIC sea investigador Principal o Colaborador, éste se ausentará de la reunión durante la discusión del mismo.

Que la composición actual del CEIC del Hospital Universitari de Tarragona Joan XXIII es la siguiente:

**Presidente**

Dr. Joan Vendrell Ortega. Endocrinología. Representante Comisión de Investigación.

**Vicepresidente**

Dr. Vicente Valentí Moreno. Oncología.

**Secretaria**

Sra. María De la Coba Navarrete. Miembro laico.

**Vocales**

Dr. Francisco Javier Avilés Jurado. Otorrinolaringología. Representante Comité de Ética Asistencial.

Dr. Ferran Bejarano Romero. Farmacólogo clínico. Miembro externo.

Sra. Ana Rocío Ciudad Padilla. Trabajadora Social. Unidad de Atención al Usuario.

Sra. Inmaculada de Molina Fernández. Diplomada en Enfermería.


Sr. Luís Gallart Millán. Biólogo.

Dra. Sònia Jornet Montaña. Farmacéutica. Representante de Farmacia Hospitalaria.

Dr. Carles Llop i Margalef. Farmacéutico de Primaria. Miembro externo.

Dr. Jesús Miguel López Dupla. Medicina Interna.


Sra. Anna Prades Gasulla. Jurista.


Tarragona, a 15 de julio de 2014  


2 / 2

X000144037 - 20140805 - h0001112

## Annex 5. Sol·licitud i registre de la Propietat Intel·lectual.

 Generalitat de Catalunya  
Departament de Cultura  
Serveis Territorials a Tarragona

 Generalitat de Catalunya  
Departament de Cultura  
Serveis Territorials de Tarragona

Josep Oriol Casanovas Marsal

Data: 19 DES. 2014 Hora 10:21

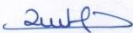
Núm. 0394S 2386  
Registre de sortida

En relació a la vostra sol·licitud d'inscripció al Registre de Tarragona referent als drets de propietat intel·lectual de les obres, els títols, número de sol·licitud i data de presentació de les quals relacionem a continuació, us notifico, als efectes oportuns, que han obtingut qualificació jurídica favorable i que els esmentats drets han estat inscrits al Registre General de la Propietat Intel·lectual.

Us fem arribar, adjunta, la fotocòpia de la matriu d'inscripció.

<u>Títol</u>	<u>Núm.Sol.llicitud</u>	<u>Data presentació</u>
Valoración del dolor en neonatos ingresados en unidades de ciudadanos intensivos neonatales mediante el uso de sistemas inteligentes.	T-157-14	06/05/2014

Atentament,



Rosa M. Ferrol Mata  
Registre de la Propietat Intel·lectual

Tarragona, 15 de desembre de 2014

Carrer Major, 14  
43003 Tarragona  
Telèfon 977 251 500  
Fax 977 251 501  
sttarragona.cultura@gencat.cat

## REGISTRO GENERAL DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL

Según lo dispuesto en la Ley de Propiedad Intelectual (Real Decreto Legislativo 1/1996, de 12 de abril), quedan inscritos en este Registro los derechos de propiedad intelectual en la forma que se determina seguidamente:

### NÚMERO DE ASIENTO REGISTRAL 02 / 2014 / 3766

**Título:** Valoración del dolor en neonatos ingresados en unidades de cuidados intensivos neonatales mediante el uso de sistemas inteligentes

**Objeto de propiedad intelectual:** Obres literàries i científiques, així com obres dramàtiques en general

**Clase de obra:** científica

### PRIMERA INSCRIPCIÓN

#### *Autor/es y titular/es originarios de derechos*

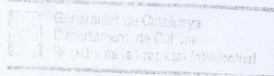
- **Apellidos y nombre:** CASANOVAS MARSAL, Josep Oriol  
**Nacionalidad:** ESP      **D.N.I./N.I.F./Pasaporte:** [REDACTED]
- **Apellidos y nombre:** MARTINEZ BALLESTE, Antoni  
**Nacionalidad:** ESP      **D.N.I./N.I.F./Pasaporte:** [REDACTED]
- **Apellidos y nombre:** GARCIA MARTINEZ, Montserrat  
**Nacionalidad:** ESP      **D.N.I./N.I.F./Pasaporte:** [REDACTED]

#### *Datos de la solicitud*

**Núm. solicitud:** T-157-14

**Fecha de presentación y efectos:** 06/05/2014      **Hora:** 11:15

En Barcelona, a diecisiete de septiembre de dos mil catorce



El registrador de la Propiedad Intelectual de Catalunya  
Signat: Santiago Orós Muruzábal



## Annex 6. Escala de valoració del dolor Premature Infant Pain Profile.

Table V – Premature Infant Pain Profile (PIPP)

Indicators	0	1	2	3
GA in weeks	≥ 36 weeks	32 to 35 weeks and 6 days	28 to 31 weeks and 6 days	< 28 weeks
Observe the NB for 15sec				
Alertness	Active Awake Opened eyes Facial movements present	Quiet Awake Opened eyes No facial movements	Active Sleep Closed eyes Facial movements present	Quiet Sleeping Closed eyes No facial movements
Record HR and SpO <sub>2</sub>				
Maximal HR	↑ 0 to 4 bpm	↑ 5 to 14 bpm	↑ 15 to 24 bpm	↑ ≥ 25 bpm
Minimal Saturation	↓ 0 to 2.4%	↓ 2.5 to 4.9%	↓ 5 to 7.4%	↓ ≥ 7.5%
Observe NB for 30 sec				
Frowned forehead	Absent	Minimal	Moderate	Maximal
Eyes squeezed	Absent	Minimal	Moderate	Maximal
Nasolabial furrow	Absent	Minimal	Moderate	Maximal

Absent is defined as 0 to 9% of the observation time; minimal, 10% to 39% of the time; moderate, 40% to 69% of the time; and maximal as 70% or more of the observation time. In this scale, scores vary from zero to 21 points. Scores equal or lower than 6 indicate absence of pain or minimal pain; scores above 12 indicate the presence of moderate to severe pain.  
 GA – Gestational Age. NB – Newborn.

## Annex 7. Escala valoració del dolor Susan Givens Bell.

### Escala de Susan Givens Bell

Signos conductuales	2	1	0
1. Duerme durante la hora precedente	Ninguno	Duerme entre 5-10 minutos	Duerme más de 10 minutos
2. Expresión facial de dolor	Marcado constante	Menos marcado intermitente	Calmado, relajado
3. Actividad motora espontánea	Agitación incesante o ninguna actividad	Agitación moderada o actividad disminuida	Normal
4. Tono global	Hipertonicidad fuerte o hipotonicidad, flácido	Hipertonicidad moderada o hipotonicidad moderada	Normal
5. Consuelo	Ninguno después de 2 minutos	Consuelo después de 1 minuto de esfuerzo	Consuelo dentro de 1 minuto
6. Llanto	Llanto vigoroso	Quejido	No llora ni se queja

Signos fisiológicos	2	1	0
1. Frecuencia cardiaca	> 20% aumento	10-20% aumento	Dentro de la normalidad
2. Presión arterial (sistólica)	>10 mm/Hg de aumento	10 mm/Hg de aumento	Dentro de la normalidad
3. Frecuencia respiratoria y cualidades	Apnea o taquipnea	Pausas de apnea	Dentro de la normalidad
4. SaO <sub>2</sub>	10% de aumento de FiO <sub>2</sub>	= al 10% de > aumento de FiO <sub>2</sub>	Ningún aumento en FiO <sub>2</sub>

## **Annex 8. Full d'informació al participant**

**Títol:** “Valoración del dolor en neonatos ingresados en las Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales mediante el uso de sistemas inteligentes”

**Código protocolo:** 2013R2B-06, T-0157-2014

**Promotor:** Sr. Josep Oriol Casanovas Marsal.

**Investigador Principal:** Dr. Ricardo Closa Monasterolo.

**Centro:** Hospital Universitario Joan XXIII de Tarragona

### **Introducción**

Nos dirigimos a usted para informarle sobre un estudio de investigación en el que se invita a participar a su hijo. Este estudio ha sido aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica de nuestro Centro.

Nuestra intención es tan solo que usted reciba la información correcta y suficiente para que pueda evaluar y juzgar si quiere o no incluir a su hijo en este estudio. Para ello lea esta hoja informativa con atención y nosotros le aclararemos las dudas que le puedan surgir después de la explicación. Además, puede consultar con las personas que considere oportuno.

### **Participación voluntaria**

Debe saber que la participación en este estudio es voluntaria y que puede decidir no participar o cambiar su decisión y retirar el consentimiento en cualquier momento, sin que por ello se altere la relación con el médico ni se produzca perjuicio alguno en su tratamiento.

### **Descripción general del estudio**

El dolor en las Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales está presente por los numerosos procedimientos que se realizan (punciones en el talón, punciones lumbares, cateterización,

sondaje vesical, sondaje nasogástrico, aspiraciones de secreciones, etc.)

Con este estudio se pretende diseñar un sistema para valorar el dolor de forma automática.

El estudio se centra en observar al neonato cuando se le realiza un procedimiento doloroso mediante un sistema automático. Al mismo tiempo, otro profesional sanitario observará directamente si el neonato siente dolor o no.

El sistema automático consiste en la grabación del movimiento y llanto del bebé. Se realizará mediante cámara y micrófono y NO IMPLICA colocar al bebé algún otro dispositivo.

### **Beneficios y riesgos derivados de su participación en el estudio**

Es posible que su hijo no obtenga ningún beneficio por la participación del estudio.

No obstante, la información obtenida nos ayudará al diseño del sistema automático con el que se conseguirá evitar el sufrimiento y proporcionar al neonato el máximo confort posible disminuyendo el dolor ya sea por su evaluación, por su tratamiento (administración de fármacos) o por la aplicación de medidas no farmacológicas.

### **Confidencialidad**

El tratamiento, la comunicación y la cesión de los datos de carácter personal de todos los participantes se ajustará a lo dispuesto en la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter Personal. De acuerdo a lo que establece la legislación mencionada, usted puede ejercer los derechos de acceso, rectificación, oposición y cancelación de datos, para lo cual deberá dirigirse al médico del estudio.

Los datos recogidos para el estudio estarán identificados mediante un código y sólo su médico del estudio / colaboradores podrán relacionar dichos datos con su hijo. Por lo tanto, su identidad no será revelada a persona alguna.

El acceso a su información personal quedará restringido al médico del estudio / colaboradores, autoridades sanitarias, al Comité Ético de Investigación Clínica y personal autorizado por el Promotor, cuando lo precisen para comprobar los datos y procedimientos del estudio, pero siempre manteniendo la confidencialidad de los mismos de acuerdo a la legislación vigente.

### **Otra información relevante**

Si usted decide retirar el consentimiento para la participación de su hijo en este estudio, ningún dato nuevo será añadido a la base de datos.

También debe saber que puede ser excluido del estudio si el Promotor o los investigadores del estudio lo consideran oportuno, ya sea por motivos de seguridad o porque consideren que no está cumpliendo con los procedimientos establecidos. En cualquiera de los casos, usted recibirá una explicación adecuada del motivo que ha ocasionado su retirada.

Al firmar la hoja de consentimiento adjunta se compromete a cumplir con los procedimientos del estudio que se le han expuesto

## **Annex 9. Consentiment informat pare / mare / tutor / representant legal.**

Yo (nombre y apellidos).....en calidad de.....(Relación con el participante) de.....(Nombre y apellidos del participante):

- He leído la hoja de información que se me ha entregado.
- He podido hacer preguntas sobre el estudio.
- He recibido suficiente información sobre el estudio.
- He hablado con: Investigador Principal.
- Comprendo que la participación del paciente es voluntaria.

Comprendo que puede retirarse del estudio:

- Cuando quiera.
- Sin tener que dar explicaciones.
- Sin que esto repercuta en sus cuidados médicos.

En mi presencia se ha dado a..... (Nombre del participante) toda la información pertinente adaptada a su entendimiento y está de acuerdo en participar. Presto mi conformidad para que..... (Nombre del participante) participe en este estudio y doy mi consentimiento para el acceso y utilización de los datos en las condiciones detalladas en la hoja de información.

Firma del representante:

Firma del investigador:

Nombre:

Nombre:

Fecha:

Fecha:

## Annex 10. Full de recollida de dades

Sistema automático de soporte en la valoración del dolor en neonatos prematuros.

### Hoja de recogida de datos

RN: .....

CÓDIGO PACIENTE.....Fecha:.....Hora:.....

REGISTRO: AUDIO  VIDEO

DATOS: PADRES  TUTORES

PADRE

MADRE

Edad.....

Edad:.....

Nacionalidad:.....

Nacionalidad:.....

Nº de hijos de esta unidad familiar (incluido el paciente): .....

#### DATOS PACIENTE

Edad gestacional:..... Edad hoy:..... Sexo:.....

Peso al nacer:..... Peso hoy:.....

Parto múltiple: Sí  No  Nº fetos:..... Supervivientes:.....

Parto: Distócico  Eutócico

Diagnóstico: .....

#### ENTORNO TERAPEÚTICO

Incubadora  Cuna térmica  Cuna normal

TET  MPP  Otro disp. O<sub>2</sub>  .....

SNG  Vía central  Vía periférica  Colector orina

Fototerapia  Inmovilización

Otros dispositivos.....

Succión no alimenticia: Sí  No  Otros dispositivos.....

Método canguro: Sí  No

**EVALUACIÓN DIRECTA DOLOR:**

**OBSERVADOR A**

PIPP NÚM.....

SGB: .....

CIFRA EN MONITOR:

**OBSERVADOR B**

PIPP NÚM: .....

SGB:.....

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
APANICU 1.0: SISTEMA AUTOMÀTIC PER A LA VALORACIÓ DEL DOLOR DELS NOUNATS INGRESSATS A LES  
UNITATS DE CURES INTENSIVES  
Josep Oriol Casanovas Marsal  
ISBN: 978-84-697-7365-9



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
APANICU 1.0: SISTEMA AUTOMÀTIC PER A LA VALORACIÓ DEL DOLOR DELS NOUNATS INGRESSATS A LES  
UNITATS DE CURES INTENSIVES  
Josep Oriol Casanovas Marsal  
ISBN: 978-84-697-7365-9

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
APANICU 1.0: SISTEMA AUTOMÀTIC PER A LA VALORACIÓ DEL DOLOR DELS NOUNATS INGRESSATS A LES  
UNITATS DE CURES INTENSIVES  
Josep Oriol Casanovas Marsal  
ISBN: 978-84-697-7365-9



UNIVERSITAT ROVIRA i VIRGILI