



VNIVERSITAT  
E VALÈNCIA

*Programa de doctorado en enfermería clínica y comunitaria*

**Valores de referencia de saturación de oxígeno y frecuencia cardíaca en recién nacidos por parto vaginal con pinzamiento tardío del cordón umbilical y contacto piel con piel**

**TESIS DOCTORAL**

**Presentada por:**

Celia Padilla Sánchez

**Dirigida por:**

Prof. Máximo Vento Torres  
Dra. M<sup>a</sup> José Alemany Anchel

*Valencia, Mayo 2021*





D M<sup>a</sup> José Alemany Anchel, Cap de Estudis de la Unitat Docent de Comares de la Comunitat Valenciana

**CERTIFICA/N:**

Que la presente memoria, titulada “**Valores de referencia de saturación de oxígeno y frecuencia cardíaca en recién nacidos por parto vaginal con pinzamiento tardío del cordón umbilical y contacto piel con piel**”, corresponde al trabajo realizado bajo su dirección por Dña. Celia Padilla Sánchez, para su presentación como Tesis Doctoral en el Programa de Doctorado en Enfermería de la Universitat de València.

Y para que conste firma el presente certificado en Valencia, a clic para escribir.

MARIA JOSE|  
ALEMANY|  
ANCHEL

Firmado digitalmente por  
MARIA JOSE|ALEMANY|  
ANCHEL  
Fecha: 2021.04.26 14:12:57  
+02'00'

Fdo. M<sup>a</sup> José Alemany Anchel



D Máximo Vento Torres, Doctor en Medicina y Director Científico del Instituto de Investigación Sanitaria La Fe

**CERTIFICA:**

Que la presente memoria, titulada “**Valores de referencia de saturación de oxígeno y frecuencia cardíaca en recién nacidos por parto vaginal con pinzamiento tardío del cordón umbilical y contacto piel con piel**”, corresponde al trabajo realizado bajo su dirección por Dña. Celia Padilla Sánchez, para su presentación como Tesis Doctoral en el Programa de Doctorado en Enfermería de la Universitat de València.

Y para que conste firma el presente certificado en Valencia, a clic para escribir.

MAXIMO|  
VENTO|  
TORRES

Firmado digitalmente  
por MAXIMO|VENTO|  
TORRES  
Fecha: 2021.04.27  
13:26:03 +02'00'

Fdo. Máximo Vento Torres



---

## AGRADECIMIENTOS

Es imposible no echar la vista atrás para agradecer a todas aquellas personas que han hecho posible que haya podido recorrer este camino hasta llegar a aquí. Doctorarse ha sido un camino arduo, duro, difícil y no exento de baches que ha habido que superar, y que no sé si habría sido capaz de hacerlo sin todas y cada una de las personas que nombraré a continuación.

En primer lugar, debo agradecer a mi familia. En especial, a mi hermana Lorena. Ella es ejemplo de coraje y valentía, de una mujer fuerte y una madre entregada. Recorrer este camino a la par que tu embarazo, tu parto y la crianza de mi sobrino Daniel han sido todo un lujo. Creo sinceramente que no hubiera podido hacerlo sin tus charlas motivacionales, sin tus palabras de ánimo y sin tus *“tú puedes con esto, Cel”* (o quizá debería decir *“tita Cel”*).

Gracias también: Mamá y Papá. Me siento afortunada de la educación tan maravillosa que me habéis brindado. No sabéis cuanto lo valoro. Gracias Jairo. Gracias por entender y respetar tantas y tantas horas de dedicación y estudio. Por apoyarme en cada decisión en mi vida y ser un pilar fundamental para mi. Gracias por enseñarme a disfrutar del camino.

Gracias a mis compañeros de residencia. Especialmente a mi gemela Susana, quien me ha acompañado en esta experiencia. Juntas de la mano hemos sido más fuertes, nos hemos complementado a la perfección y hemos sido capaces de salir a la luz cuando todo parecía ponerse en nuestra contra.

Gracias también a mis cubanitos. Alejandra, Saray, Lucas y Javi. Gracias por estar ahí siempre para desahogarme cuando algo no salía según mis planes, por darme ánimos cuando más los he necesitado, y como no, gracias por las risas y los grandes momentos vividos juntos.

Gracias a mis amigas de toda la vida. Esas que sabes que siempre están ahí pase lo que pase. Gracias Majó, M<sup>a</sup> Carmen y Sandra.

Gracias también a Álvaro. Estoy muy agradecida por la ayuda que me has brindado en todo momento y valoro mucho tu disposición siempre positiva para ayudarme en todo lo que he necesitado. En una ocasión me dijiste que el doctorado era una montaña rusa. Cuántas veces he recordado tus palabras. No puedo estar más de acuerdo.

Gracias al equipo de Obstetricia y de Pediatría del Hospital Universitario y Politécnico La Fe por su colaboración. En especial, gracias a Lourdes Olmos y a la Dra. María Gormaz.

Gracias también a mis compañeras del quirófano de obstetricia. Especialmente a Olga y Silvia, que me han animado siempre a escribir esta tesis en los ratitos libres de cada guardia (incluso llegando a regañarme si no me ponía a ello). Os estaré siempre agradecida.

Y por supuesto, gracias a mis directores de tesis, el Dr. Vento y la Dra. Alemany. Ha sido un placer trabajar con vosotros. Me siento una privilegiada por

haber podido aprender a vuestro lado. Gracias por tener siempre una sonrisa y una gran disposición por ayudarme y enseñarme. Estoy agradecida de haber compartido esa experiencia con vosotros.

“

*Sin duda, la naturaleza ha establecido que la mayor parte del volumen de sangre presente en la placenta debe estar en el bebé, entonces, ¿por qué privar al bebé*

”

*de ella?*

**Jose María Ceriani Cernadas**

“

*El hábitat natural de un recién nacido*

”

*es su madre*

**Nils Bergman**

---

## RESUMEN

La transición fetal neonatal es una etapa de importantes cambios fisiológicos. La reciente incorporación del pinzamiento tardío de cordón umbilical (PTC) y el contacto piel con piel (CPP) como rutinas de cuidado en las unidades obstétricas justifica el objetivo principal de esta tesis. Este fue determinar los valores de referencia de saturación de oxígeno ( $SpO_2$ ) y frecuencia cardíaca (FC) mediante el uso de pulsioximetría (PO) en neonatos a término durante los primeros 10 minutos de vida, con la realización de pinzamiento tardío del cordón umbilical (PTC) durante  $\geq 60$  segundos y contacto piel con piel (CPP) inmediato desde el nacimiento.

Para alcanzar los objetivos se registraron a través de pulsioximetría de última generación los valores de la  $SpO_2$  preductal y la FC durante los 10 primeros minutos de vida. Se contabilizó el momento del pinzamiento del cordón umbilical, tras al menos 60 segundos post-nacimiento (considerado como la completa separación del cuerpo fetal del cuerpo materno). El pulsioxímetro se ajustó en la muñeca y/o mano derecha y se fijó en la intensidad máxima para que las mediciones se registraran cada 2 segundos. Los datos se resumieron como media (DS) y mediana (IQR) en el caso de variables continuas, y frecuencias relativas y absolutas en el caso de variables categóricas. Los percentiles de  $SpO_2$  y FC se calcularon por mínimos cuadrados generalizados con regression from *rms* R package (v5.4-1).

Se incluyeron un total de 282 recién nacidos a término. El conjunto de datos definitivo constaba de 70 257 mediciones de SpO<sub>2</sub> y 79 746 de FC. La mediana y el rango intercuartílico (IQR) de SpO<sub>2</sub> (%) al 1, 5 y 10 minutos después del nacimiento fueron 77 (68-85), 94 (90-96) y 96 (93-98), respectivamente. La mediana de la FC (latidos por minuto) y el IQR a 1, 5 y 10 minutos después del nacimiento fueron 148 (84-170), 155 (143-167) y 151 (142-161), respectivamente. Se ha encontrado una SpO<sub>2</sub> significativamente más alta para los percentiles 10, 50 y 90 en comparación con los rangos de referencia anteriormente descritos en la literatura durante los primeros 5 minutos y la FC durante los primeros 2 minutos tras el nacimiento.

Se han presentado gráficamente los valores de ambos parámetros, SpO<sub>2</sub> y FC, en formato percentiles. Y se concluye que los recién nacidos sanos después de gestaciones sin complicaciones y por parto vaginal con un PTC de al menos 60 segundos y con CPP desde el nacimiento, tienen valores superiores de ambos parámetros cuando se comparan con la bibliografía disponible, en la que se realiza un pinzamiento precoz del cordón umbilical o no se tiene siquiera en cuenta este parámetro.

*Esta tesis doctoral ha sido publicada en una revista de primer decil del Journal citation Report 2020 como: [Padilla-Sánchez C, Baixauli-Alacreu S, Cañada-Martínez AJ, Solaz-García Á, Alemany-Anchel MJ, Vento M. Delayed vs Immediate Cord Clamping Changes Oxygen Saturation and Heart Rate Patterns in the First Minutes after Birth. J Pediatr. 2020Dec;227:149-156.e1.](#)*



---

## ABREVIATURAS

<b>AEG</b>	Adecuado para la Edad Gestacional
<b>AHA</b>	American Heart Asociation
<b>CA</b>	Componente Arterial
<b>CE</b>	Componente Estático
<b>CE</b>	<i>Conformité Européenne</i>
	Comité de Ética de la Investigación con
<b>CEIm</b>	Medicamentos
<b>Cm</b>	Centímetros
<b>CO2</b>	Dióxido de Carbono
<b>CPP</b>	Contacto Piel con Piel
<b>CST</b>	Cesárea Segmentaria Transversa
<b>DA</b>	Ductus Arterioso
<b>DEL</b>	Diodos Emisores de Luz
<b>EAL</b>	Episodio Aparentemente Letal
<b>ECG</b>	Electrcardiograma
<b>EG</b>	Edad Gestacional

<b>ERC</b>	European Resuscitation Council
<b>FC</b>	Frecuencia Cardíaca
<b>FDA</b>	Food and Drug Administration
<b>Gr</b>	Gramos
<b>Hb</b>	Hemoglobina
<b>HbO<sub>2</sub></b>	Hemoglobina Oxigenada
<b>IHAN</b>	Iniciativa para la Humanización de la Asistencia al Nacimiento y la Lactancia
	International Liaison Committee on Resuscitation
<b>ILCOR</b>	
<b>IP</b>	Índice de Perfusión
<b>IQR</b>	Rango Intercuartílico
<b>Ir</b>	Luz Infrarroja
<b>Kg</b>	Kilogramos
<b>Lpm</b>	Latidos Por Minuto
<b>MI</b>	Mililitros
<b>mmHg</b>	milímetros de mercurio
<b>Nm</b>	Nanómetro
<b>O<sub>2</sub></b>	Oxígeno
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud

<b>pCO<sub>2</sub></b>	Presión parcial de dióxido de carbono
<b>PO</b>	Pulsioximetría
<b>pO<sub>2</sub></b>	Presión parcial de oxígeno
<b>PPC</b>	Pinzamiento Precoz de Cordón
<b>PTC</b>	Pinzamiento Tardío de Cordón
<b>PV</b>	Parto Vaginal
<b>R</b>	Luz Roja
<b>RN</b>	Recién Nacido
<b>RNAT</b>	Recién Nacido A Término
<b>RNPT</b>	Recién Nacido PreTérmino
<b>RVP</b>	Resistencia Vascular Pulmonar
<b>RVS</b>	Resistencia Vascular Sistémica
<b>SNS</b>	Sistema Nacional de Salud
<b>SD</b>	Standar Derivation
<b>SEGO</b>	Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia
<b>SEN</b>	Sociedad Española de Neonatología
<b>SET</b>	Signal Extraction Technology
<b>SMSL</b>	Síndrome de Muerte Súbita del Lactante
<b>SpO<sub>2</sub></b>	Saturación de Oxígeno

Unidad de Cuidados Intensivos

**UCIN**

Neonatales

---

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>- 4 -</b>
<b>1.1</b>	<b>FISIOLOGÍA FETAL Y NEONATAL.....</b>	<b>- 4 -</b>
1.1.1	LA PLACENTA Y EL CORDÓN UMBILICAL.....	- 4 -
1.1.2	LA TRANSICIÓN FETAL NEONATAL.....	- 8 -
<b>1.2</b>	<b>EL PINZAMIENTO DEL CORDÓN UMBILICAL Y SUS IMPLICACIONES EN LA TRANSICIÓN FETAL-NEONATAL.....</b>	<b>- 17 -</b>
1.2.1	EL PINZAMIENTO TARDÍO DE CORDÓN .....	- 18 -
1.3.2	RESULTADOS MATERNO Y NEONATALES DEL PINZAMIENTO TARDÍO DEL CORDÓN UMBILICAL.....	- 22 -
1.3.3	EL PINZAMIENTO PRECOZ DEL CORDÓN UMBILICAL Y SUS EFECTOS EN EL NEONATO. ....	- 26 -
<b>1.4</b>	<b>EL CONTACTO PIEL CON PIEL .....</b>	<b>- 27 -</b>
1.4.1	CONSIDERACIONES PARA UN CONTACTO PIEL CON PIEL SEGURO.....	- 32 -
<b>1.5</b>	<b>LA PULSIOXIMETRÍA.....</b>	<b>- 33 -</b>
1.5.1	INTRODUCCIÓN DE LA PULSIOXIMETRÍA EN PARITORIO...-	36 -
1.5.2	CAMBIOS EN LA PULSIOXIMETRÍA DEL RECIÉN NACIDO EN LOS PRIMEROS MINUTOS DESPUÉS DEL NACIMIENTO. ....	- 38 -
<b>2</b>	<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>- 48 -</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>- 53 -</b>

3.4	OBJETIVO GENERAL .....	- 53 -
3.5	OBJETIVOS SECUNDARIOS.....	- 53 -
4	MATERIAL Y MÉTODO.....	- 57 -
4.4	DISEÑO Y ÁMBITO DE ESTUDIO.....	- 57 -
4.2	POBLACIÓN Y SUJETOS DEL ESTUDIO.....	- 57 -
4.3	VARIABLES E INSTRUMENTOS DE MEDIDA.....	- 59 -
4.3.1	PULSIOXIMETRÍA .....	- 59 -
4.3.2	PINZAMIENTO DEL CORDÓN UMBILICAL.....	- 62 -
4.3.3	OTRAS VARIABLES ESTUDIADAS.....	- 63 -
4.4	PROTOCOLO PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS.....	- 68 -
4.5	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	- 70 -
4.5.1	CÁLCULO DEL TAMAÑO MUESTRAL.....	- 70 -
4.5.2	TRATAMIENTO DE LOS DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	- 70 -
4.6	CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	- 72 -
5	RESULTADOS.....	- 77 -
5.2	PARTICIPANTES DEL ESTUDIO .....	- 77 -
5.3	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA .....	- 79 -
5.4	VALORES DE SPO <sub>2</sub> EN RECIÉN NACIDOS POR PARTO VAGINAL DURANTE LOS PRIMEROS 10 MINUTOS TRAS EL NACIMIENTO CON PTC Y CPP.....	- 82 -

**5.4.1 REPRESENTACIÓN GRÁFICA Y DESCRIPCIÓN DE LOS PERCENTILES DE SPO<sub>2</sub> EN RN POR PARTO VAGINAL CON PTC Y CPP.**

- 84 -

**5.5 VALORES DE FC EN RECIÉN NACIDOS POR PARTO VAGINAL DURANTE LOS PRIMEROS 10 MINUTOS TRAS EL NACIMIENTO CON PTC Y CPP.....- 88 -**

**5.5.1 REPRESENTACIÓN GRÁFICA Y DESCRIPCIÓN DE LOS PERCENTILES DE FC EN RN POR PARTO VAGINAL CON PTC Y CPP- 89**

-

**5.6 COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE SPO<sub>2</sub> EN RN CON PTC Y CPP CON LOS RANGOS DE REFERENCIA ACTUALES.....- 92 -**

**5.7 COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE FC EN RN CON PTC Y CPP CON LOS RANGOS DE REFERENCIA ACTUALES.....- 97 -**

**6 DISCUSIÓN..... - 108 -**

**7 CONCLUSIONES..... - 132 -**

**8 BIBLIOGRAFÍA..... - 138 -**

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

### INTRODUCCIÓN

**Figura 1:** Placenta a término. Cara materna y cara fetal. A: Vista por el lado fetal. Lámina coriónica y el cordón umbilical recubierto por el amnios. B: Vista del lado materno que muestra los cotiledones. En el segundo segmento se extirpó la decidua. Fuente: Sadler Langman (2004)

**Figura 2:** Esquema en corte transversal de una placenta a término Fuente Moore (2008).

**Figura 3:** Esquema de la circulación fetal. Fuente: Thibodeau y Patton (2007).

**Figura 4:** Curvas de disociación oxígeno-hemoglobina en la sangre materna y fetal, en las que se demuestra que la sangre fetal puede transportar mayor cantidad de oxígeno que la sangre materna para una misma  $pO_2$ . Fuente: Hall (2016).

**Figura 5:** Principales cambios en la circulación neonatal. Fuente: Thibodeau y Patton (2007).

**Figura 6:** El efecto del paso del tiempo en el cordón umbilical. Fuente: Plataforma pinzamiento óptimo (2020)

**Figura 7:** Madre y recién nacido en contacto piel con piel. Fuente: imagen propia.

**Figura 8:** Madre y recién nacido en contacto piel con piel. Fuente: Archivo personal de la autora.

**Figura 9:** Relación entre el coeficiente de extinción y la longitud de onda, en nanómetros (nm), con detección de la luz roja e infrarroja, a 600 nm y 905-940 nm. Fuente: Sola et al, (2005).

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Figura 10:** Pulsioxímetro “Pulsi CO-Oximeter Radical 7®” acoplado a estación de carga independiente. Fuente: Ficha técnica Pulsi CO-Oximeter Radical 7®

**Figura 11:** Sensor de pulsioximetría adhesivo desechable Neonatal (LNCS Neo) Fuente: Ficha técnica sensor LNCS Neo.

**Figura 12:** Reloj temporizador Apgar de la Cuna Térmica Giraffe ® (GE Healthcare). Fuente: Elaboración propia.

**Figura 13:** Analizador de gases en sangre ABL90 FLEX de Radiometer ®. Fuente: Sitio Web Radiometer (2020).

**Figura 14:** Báscula electrónica Seca 334 ®. Fuente: Sitio Web de Seca ®.

**Figura 15:** Madre y recién nacido en contacto piel con piel tras el nacimiento, con el sensor colocado en la muñeca derecha conectado al PO. Fuente: Archivo personal de la autora.

## RESULTADOS

**Figura 16:** Diagrama de flujo y reclutamiento. Fuente: elaboración propia.

**Figura 17:** Gráfica de los percentiles 3, 10, 25, 50, 75, 90 y 97 de SpO<sub>2</sub> de 282 neonatos nacidos por parto vaginal con pinzamiento tardío de cordón de al menos 60 segundos y contacto piel con piel desde el nacimiento. Fuente: elaboración propia.

**Figura 18:** Los percentiles 3°, 10°, 25°, 50°, 75°, 90° y 97° de FC de 282 neonatos nacidos por parto vaginal con pinzamiento tardío de cordón de al menos 60 segundos y contacto piel con piel desde el nacimiento.

**Figura 19:** Gráfica de los percentiles 10º, 50º y 90º de SpO<sub>2</sub> de neonatos nacidos por parto vaginal con pinzamiento tardío de cordón de al menos 60 segundos y contacto piel con piel desde el nacimiento comparados y superpuestos con los mismos percentiles de la muestra obtenida por Dawson et al (2010). Fuente: Elaboración propia.

**Figura 20:** Gráfica de los percentiles SpO<sub>2</sub> de 282 neonatos nacidos por parto vaginal con pinzamiento tardío de cordón de al menos 60 segundos y contacto piel con piel). Superpuestos en colores los de la AHA, ERC, SEN. Fuente: Elaboración propia a partir de las guías de reanimación neonatal Europea, Americana y Española.

---

## ÍNDICE DE TABLAS

### INTRODUCCIÓN

**Tabla 1:** *Diferencias entre la circulación fetal y neonatal. Fuente: Elaboración propia a partir de Murphy (2005)*

**Tabla 2:** *Principales cambios en el parto y su resultado a nivel fisiológico. Fuente: Elaboración propia a partir de Murphy (2005).*

**Tabla 3:** *Resumen de la bibliografía. Valores de SpO<sub>2</sub> y la FC durante los primeros minutos tras el nacimiento medidas mediante pulsioximetría Fuente: Elaboración propia.*

### MATERIAL Y MÉTODOS

**Tabla 4:** *Criterios de inclusión y exclusión. Fuente: Elaboración propia.*

**Tabla 5:** *Test de Apgar. Fuente: Elaboración propia a partir de Apgar (1953).*

### RESULTADOS

**Tabla 6:** *Características perinatales de las madres, recién nacidos y el parto incluidos el estudio. Fuente: Elaboración propia.*

**Tabla 7:** *Valores de gasometría umbilical arterial y venosa. Fuente: Elaboración propia.*

**Tabla 8:** *Valores de SpO<sub>2</sub> durante los 10 primeros minutos de vida expresados en Mediana y rango intercuartílico. Fuente: Elaboración propia.*

**Tabla 9:** *Valores de SpO<sub>2</sub> durante los 10 primeros minutos de vida expresados en Media (DS). Fuente: Elaboración propia.*

**Tabla 10:** Valores numéricos de los percentiles de SpO<sub>2</sub> (%) durante los 10 primeros minutos de vida en neonatos a término nacidos por parto vaginal con PTC y CPP desde el nacimiento. Fuente: elaboración propia.

**Tabla 11:** Valores de FC (latidos por minuto) durante los 10 primeros minutos de vida expresados en Mediana y rango intercuartílico. Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 12:** Valores de FC durante los 10 primeros minutos de vida expresados en Media con un intervalo de confianza del 95%. Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 13:** Valores numéricos de los percentiles de FC (lpm) durante los 10 primeros minutos de vida en neonatos a término nacidos por parto vaginal con PTC y CPP desde el nacimiento. Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 14:** Saturación de oxígeno preductal (SpO<sub>2</sub>), mediana y rango intercuartílico (IQR) del 1º al 1º minuto de vida tras el Nacimiento para nuestra cohorte (PTC) y la cohorte de Dawson exclusivamente nacidos por parto vaginal. Fuente: elaboración propia y a partir de datos publicados por Dawson et al (2010).

**Tabla 15.** Frecuencia cardíaca (FC) mediana y rango intercuartílico del 1º al 0º minuto de vida para nuestra cohorte (PTC) y la cohorte de Dawson para parto Vaginal.

**Tabla 16:** Resultados del análisis multivariable sobre la SpO<sub>2</sub>. Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 17:** Resultados del análisis multivariable sobre la SpO<sub>2</sub>. Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 18:** clasificación recomendada para partos desde las 37 semanas de gestación. Elaboración propia a partir de Spong (2013).



---

# INTRODUCCIÓN



# 1 INTRODUCCIÓN

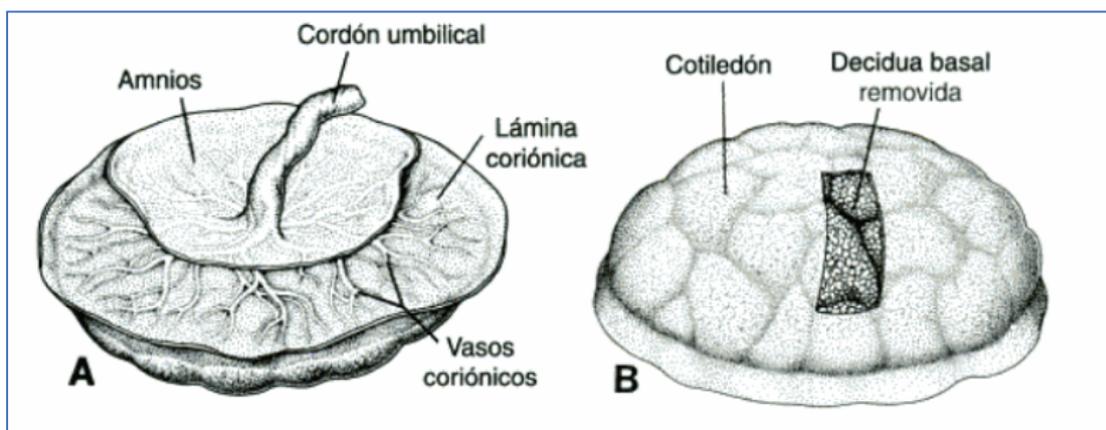
## 1.1 FISIOLÓGÍA FETAL Y NEONATAL

### 1.1.1 LA PLACENTA Y EL CORDÓN UMBILICAL

Tras un proceso de evolución durante años, alrededor de 4000 especies de mamíferos son placentarios, lo que corresponde a un 85% del total aproximadamente. El establecimiento y la maduración del lecho vascular placentario requieren la integración funcional de las circulaciones fetal y materna, la coordinación de la formación de vasos sanguíneos maternos y fetales e implica procesos únicos de remodelación vascular (1).

La placenta a término, tras su desarrollo durante todo el embarazo es discoidal, tiene un diámetro de 15 a 25 centímetros (cm) y alrededor de 3 cm de espesor. Pesa entre 500 y 600 gramos (gr). Al corte, es más gruesa por el centro que por los lados. A nivel macroscópico se observa en ella (**Figura 1**):

**FIGURA 1**



**Figura 1.** Placenta a término. Cara materna y cara fetal. **A:** Vista por el lado fetal. Lámina coriónica y el cordón umbilical recubierto por el amnios. **B:** Vista

*del lado materno que muestra los cotiledones. En el segundo segmento se extirpó la decidua. Fuente: Sadler Langman (2004) (2).*

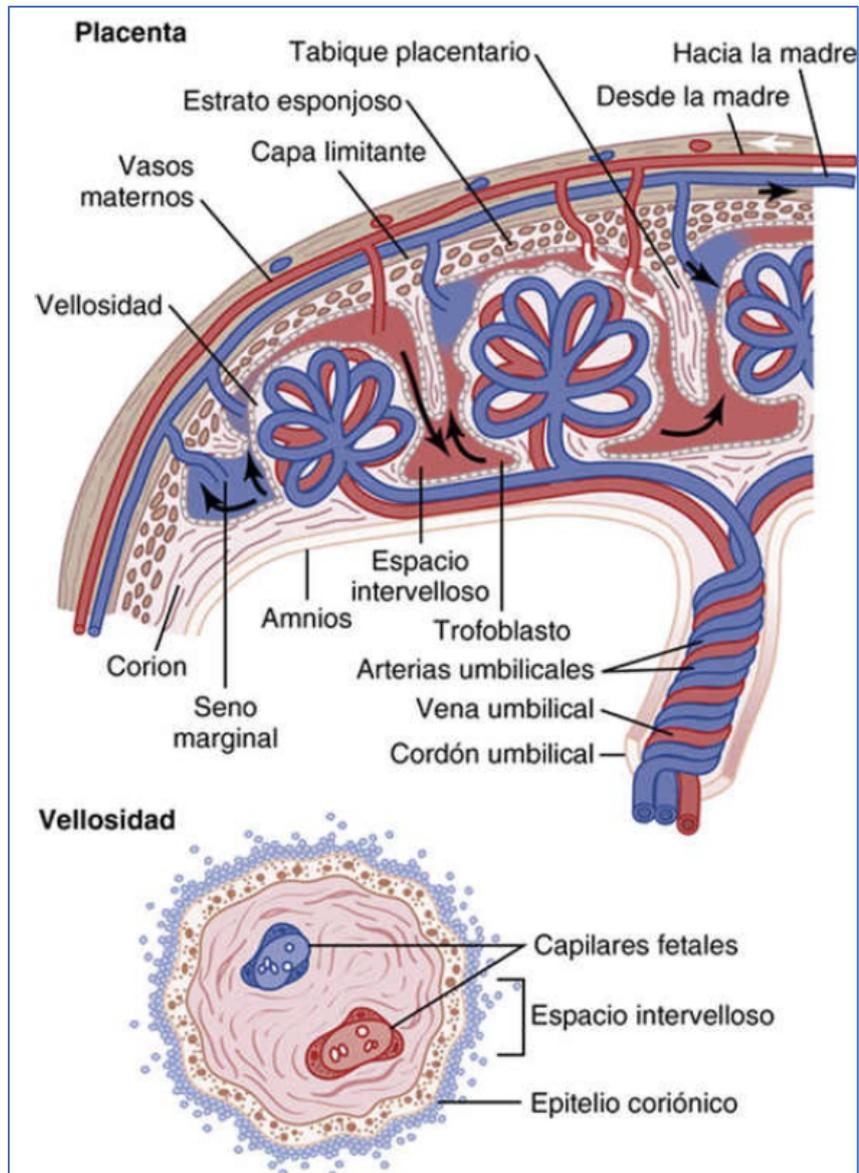
**a) La superficie o cara materna:** mira y se inserta en el útero. En esta cara de la placenta se aprecian unos surcos, que dividen la placenta en unos mamelones rojizos y elevados que reciben el nombre de cotiledones (en número, entre 15 y 20 aproximadamente). Están separados por tabiques deciduales, recubiertos por una capa denominada decidua basal. Cada cotiledón placentario es un gran árbol de vellosidades, que se bañan en unas a modo de copas rellenas de sangre materna. Dichas copas constituyen el espacio intervelloso.

En conjunto, los espacios intervellosos de la placenta madura contienen alrededor de 150 mililitros (ml) de sangre materna, que se recambia unas 3 a 4 veces por minuto. Es por tanto, en el espacio intervelloso donde se produce el intercambio de sangre materna y fetal. La sangre materna fluye hacia el espacio intervelloso proveniente de las arterias espirales endometriales: los intercambios de sangre fetal suceden cuando la sangre materna fluye alrededor de las ramas vellosas. A través de estas vellosidades tiene lugar el intercambio más importante de material entre la madre y el embrión o feto. La sangre arterial impulsa la sangre venosa fuera del espacio intervelloso hacia las venas endometriales, dispersadas por la superficie de la decidua basal (**Figura 2**).

**b) La superficie o cara fetal:** mira hacia el interior de la cavidad amniótica, y está formada por el corion frondoso, rodeada por la lámina coriónica. Se observan arterias y venas de grueso calibre, los vasos coriónicos, que

convergen hacia el cordón umbilical. Esta inserción del cordón umbilical suele ser excéntrica. (2)(3)(4).

**FIGURA 2**



**Figura 2.** Parte superior: organización de la placenta madura. Parte inferior: relación entre la sangre fetal presente en los capilares de las vellosidades y la sangre materna contenida en los espacios intervelloso. Fuente: Hall (2016)(5).

Además, en la **figura 2**, en la parte superior se muestra la estructura definitiva de la placenta. Se puede observar la sangre fetal, que llega a través de las dos arterias umbilicales, luego avanza por los capilares de las vellosidades y regresa al feto por la vena umbilical.

Al mismo tiempo, el flujo sanguíneo de la gestante, que procede de sus arterias uterinas, penetra en los grandes senos maternos que rodean las vellosidades y retorna después a ella por las venas uterinas maternas. En la parte inferior de la **figura 2** se observa la relación existente entre la sangre fetal de cada vellosidad placentaria fetal y la sangre materna que rodea las vellosidades en una placenta bien desarrollada (5).

El cordón umbilical es de una estructura trivascular, formada por dos arterias y una vena de gran calibre, enrolladas las tres en hélice, envueltas en un tejido conjuntivo laxo de sustancia fundamental mucoide, conocida como *gelatina de Wharton*, que constituye una almohadilla elástica, que protege los vasos de posibles compresiones y erosiones. Además, se concede resistencia a presiones altas y protege del colapso.

El cordón umbilical mide entre 50-70 cm de largo y aproximadamente 2 cm de diámetro. Se extiende desde el ombligo fetal hasta la superficie fetal de la placenta. El cordón no está conectado directamente al sistema circulatorio de la madre. Es decir, se une a la placenta, que transfiere materiales hacia y desde la sangre de la madre sin permitir la mezcla directa (6), actuando como extensión extracorpórea del sistema vascular fetal. Es el responsable del transporte de

nutrientes y oxígeno al feto, así como de la devolución de las sustancias de desecho de vuelta a la placenta.

A nivel funcional, la placenta es un órgano muy complejo que actúa como un pulmón del feto en el intercambio de oxígeno (O<sub>2</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>); como un sistema digestivo, absorbiendo todos los nutrientes necesarios para el desarrollo y crecimiento fetal; a su vez hace las veces de riñón para eliminar desechos y actúa de barrera inmune, al proteger al feto en crecimiento del ataque de antígenos del sistema materno.

Por último, se trata también de un órgano con una importante función endocrina, al ser la responsable de la producción de múltiples factores de crecimiento y de hormonas importantes para el mantenimiento del embarazo y la promoción del crecimiento fetal (6).

### 1.1.2 LA TRANSICIÓN FETAL NEONATAL

La circulación fetal (**Figura 3**) posee unas características que no se repiten en ningún momento de la vida posterior y es funcionalmente distinta de las circulaciones tanto pediátrica como adulta (7).

En el adulto las arterias transportan sangre oxigenada y las venas sangre no oxigenada. Sin embargo, los vasos del cordón umbilical funcionan al contrario, la sangre oxigenada es transportada a través de la vena y la no oxigenada a través de las arterias.

El eje central, que hace que la circulación fetal sea única, es que el intercambio gaseoso no se produce en los pulmones, sino a través de la placenta. Tras su oxigenación en la placenta, la sangre vuelve al feto a través de la vena umbilical. La sangre de la vena umbilical se mezcla con un pequeño volumen de sangre de la vena porta. Un 50% de esta sangre, a través del conducto venoso de Arancio, pasa a la vena cava inferior para evitar la circulación hepática. La sangre del sistema portal y la que atraviesa el conducto venoso de Arancio drenan en la vena cava inferior justo antes de su entrada en la aurícula derecha.

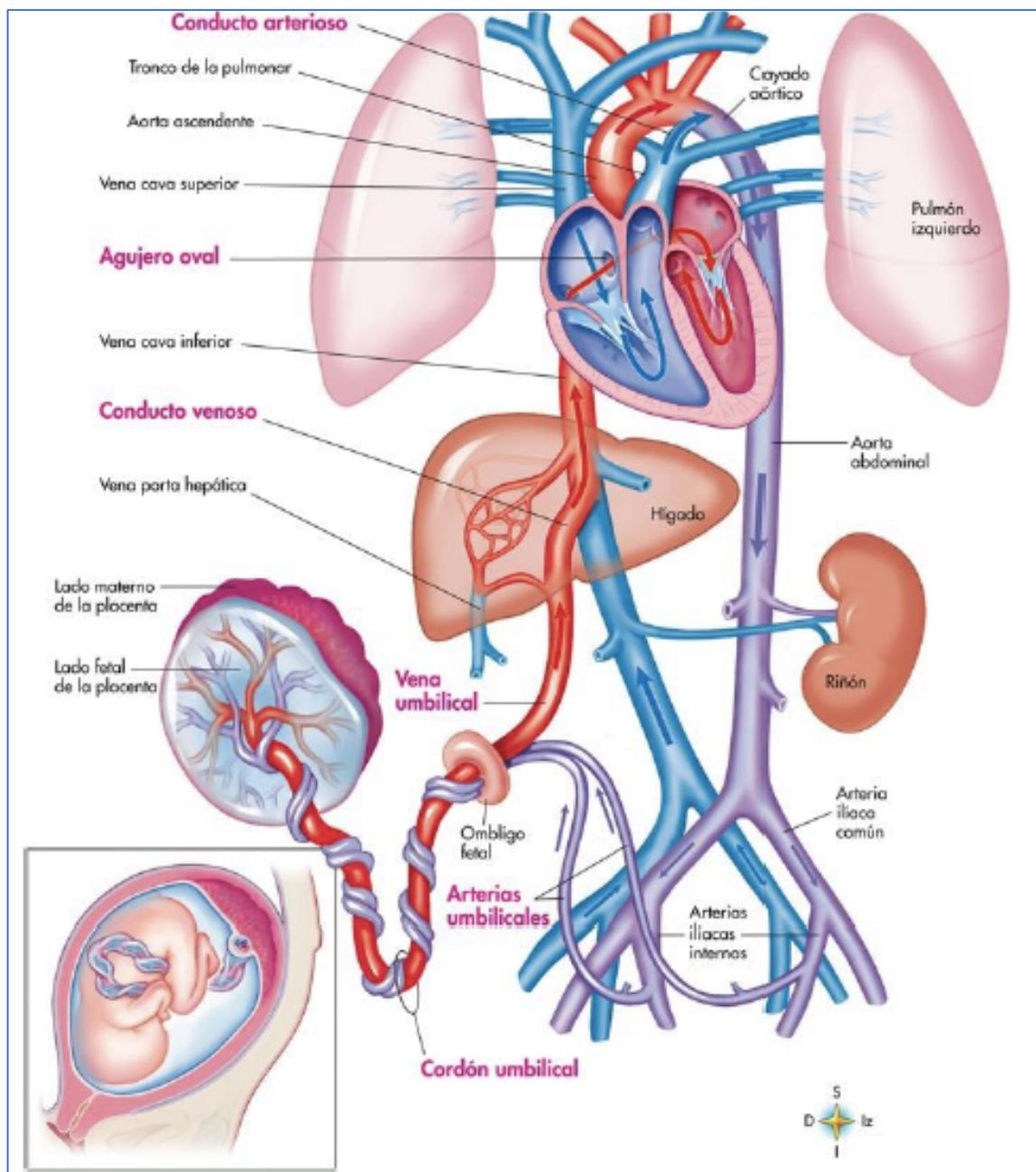
A su llegada a la aurícula derecha, una parte de la sangre oxigenada es desviada directamente a la aurícula izquierda a través del foramen oval. Esto es posible ya que la presión es más alta en la aurícula derecha (debido al retorno venoso de alto volumen). Esta sangre, relativamente bien oxigenada, se une con un pequeño volumen de retorno venoso pulmonar y fluye hacia el ventrículo izquierdo antes de ser expulsada hacia la aorta ascendente. Por tanto, el cerebro, el corazón y la parte superior del cuerpo reciben preferentemente sangre relativamente muy oxigenada. (8).

El resto del retorno venoso a la aurícula derecha, desde la vena cava inferior, las venas hepáticas y la vena cava superior, fluye hacia el ventrículo derecho antes de ser expulsada hacia la arteria pulmonar.

Sin embargo, sólo una pequeña proporción (10-25%) de la salida del ventrículo derecho llega a los pulmones para suplir las necesidades metabólicas

básicas del tejido pulmonar. El resto de la salida del ventrículo derecho se desvía a través del conducto arterioso o ductus arterioso hacia la aorta descendente. Además de perfundir los órganos abdominales y las extremidades inferiores del feto, esta sangre desoxigenada fluye hacia la placenta de baja resistencia para recolectar  $O_2$  y eliminar el  $CO_2$  (9)

**FIGURA 3**



**Figura 3:** Esquema de la circulación fetal. Fuente: Thibodeau y Patton (2007)

(10)

En lo que respecta a la oxigenación, la vida fetal en el útero transcurre en un ambiente relativamente hipóxico en comparación con el extrauterino.

La presión parcial del oxígeno ( $pO_2$ ) media en la sangre de la madre contenida en los senos maternos es de unos 50 milímetros de mercurio (mmHg) hacia el final del embarazo y en la sangre fetal es de unos 30 mmHg después de su oxigenación en la placenta. Por tanto, el gradiente medio de presión para la difusión del oxígeno a través de la membrana placentaria es de aproximadamente 20 mmHg (5).

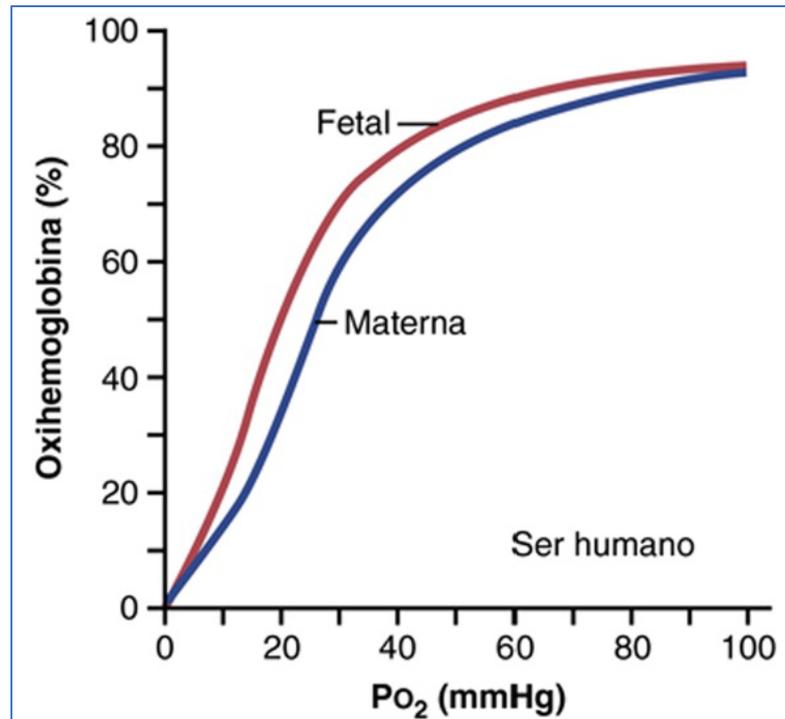
Es interesante este dato, pues el feto es capaz de obtener oxígeno suficiente cuando la sangre fetal que viene de la placenta tiene tan solo una  $pO_2$  de 30 mmHg. La explicación de cómo la sangre fetal con esa  $pO_2$  tan baja puede vehicular tanto oxígeno a los tejidos fetales, como el que la sangre de la madre transporta hasta sus propios tejidos, se explica fundamentalmente por tres razones:

1. En primer lugar, la hemoglobina del feto es hemoglobina fetal, principalmente. Se trata de una forma de hemoglobina distinta que el feto sintetiza antes de nacer. En la **figura 4** se comparan las curvas de disociación del oxígeno de la hemoglobina materna y fetal. En la figura se observa como la curva de la hemoglobina fetal está desviada a la izquierda. Esto quiere decir que, con valores bajos de  $pO_2$  en la

sangre fetal, la hemoglobina del feto es capaz de transportar del 20 al 50% más oxígeno que la hemoglobina materna.

2. En segundo lugar, la concentración de hemoglobina es alrededor del 50% superior en la sangre fetal que en la materna, por lo que este es un factor todavía más relevante para incrementar la cantidad de oxígeno transportado a los tejidos fetales.
  
3. En tercer lugar, la hemoglobina puede vehicular más oxígeno cuando la  $p\text{CO}_2$  (Presión parcial de dióxido de carbono) es baja que cuando es alta. La sangre fetal que llega a la placenta lleva grandes cantidades de  $\text{CO}_2$ , pero gran parte de este difunde desde la sangre fetal hacia la materna. La pérdida del  $\text{CO}_2$  hace que la sangre fetal sea más alcalina, mientras que el aumento del  $\text{CO}_2$  de la sangre materna la vuelve más ácida. Esto favorece la capacidad de combinación de la sangre fetal con el oxígeno, que al mismo tiempo disminuye en la sangre materna y, así, facilita el paso del oxígeno desde la sangre materna a la fetal, al tiempo que su captación aumenta en esta última (5).

**FIGURA 4**



**Figura 4.** Curvas de disociación oxígeno-hemoglobina en la sangre materna y fetal, en las que se demuestra que la sangre fetal puede transportar mayor cantidad de oxígeno que la sangre materna para una misma pO<sub>2</sub>. Fuente: Hall (2016)(5).

Gracias a estos tres mecanismos, el feto puede recibir una cantidad de oxígeno más que suficiente a través de la placenta, pese a que la sangre fetal que sale de la placenta tiene solamente una pO<sub>2</sub> de 30 mmHg. La capacidad de difusión total del oxígeno a través de toda la placenta en el embarazo a término es de alrededor de 1,2 ml de oxígeno por minuto por cada mmHg de diferencia de presión de oxígeno existente a través de la membrana, una cifra que puede compararse con mayor capacidad de difusión de la que tienen los pulmones en el recién nacido.

La transición fetal-neonatal exitosa requiere una serie de ajustes fisiológicos complejos realizados en una secuencia y tiempo precisos (11). El evento principal que sustenta la transición a la vida del neonato es la aireación pulmonar, que desencadena una serie de cambios en la función fisiológica que caracterizan el paso de feto a recién nacido. Esta aireación pulmonar estimula un aumento de flujo sanguíneo pulmonar, al disminuir las resistencias vasculares pulmonares (12).

Antes del nacimiento, el líquido que llena las futuras vías respiratorias mantiene los pulmones distendidos en condiciones óptimas para el crecimiento pulmonar fetal y su desarrollo. La resistencia relativamente alta que ofrecen las vías respiratorias superiores al flujo de líquido se oponen a la pérdida de líquido pulmonar, manteniendo la expansión pulmonar (13).

**TABLA 1**

	<b>CIRCULACIÓN FETAL</b>	<b>CIRCULACIÓN NEONATAL</b>
<b>Intercambio de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub></b>	Espacio intervilloso de la placenta	Pulmones, a través de la membrana alveolocapilar
<b>Vena Umbilical</b>	Lleva sangre arterial desde la placenta hacia el hígado. pO <sub>2</sub> : 32-35 mmHg.	Se cierra y se transforma en el ligamento redondo del hígado
<b>Arterias umbilicales</b>	Llevan sangre arteriovenosa a la placenta. pO <sub>2</sub> : 15 a 25 mmHg.	Se cierra y se transforma en los ligamentos de la pared abdominal
<b>Resistencia vascular sistémica (RVS)</b>	Baja	Alta
<b>Resistencia vascular pulmonar (RVP)</b>	Alta	Baja

**Tabla 1.** Diferencias entre la circulación fetal y neonatal. Fuente: Elaboración propia a partir de Murphy (2005) (9).

Al nacer, varios mecanismos, entre ellos el gradiente de presiones generado tras el inicio de los movimientos respiratorios, contribuyen a la eliminación del líquido intrapulmonar para permitir la entrada de aire en las vías respiratorias distales y comenzar así el intercambio de gases, pasando de ser placentario a pulmonar (14).

**TABLA 2**

<b>CAMBIO EN EL PARTO</b>	<b>RESULTADO</b>
<b>El bebé respira. Se pinza el cordón umbilical, separando placenta de bebé.</b>	El recién nacido utiliza sus pulmones en lugar de la placenta, para el intercambio gaseoso.
<b>Se absorbe el líquido en los alveolos.</b>	El aire reemplaza el líquido en los alveolos. El oxígeno pasa de los alveolos hacia los vasos sanguíneos del pulmón y el CO <sub>2</sub> pasa a los alveolos para ser exhalado
<b>El aire en los alveolos hace que los vasos sanguíneos en los pulmones se dilaten</b>	Aumenta el flujo sanguíneo pulmonar y el conducto arterioso se contrae gradualmente

*Tabla 2. Principales cambios en el parto y su resultado a nivel fisiológico. Fuente: Elaboración propia a partir de Murphy (2005) (9).*

Además, entre los principales cambios a nivel anatómico de la circulación fetal y la circulación neonatal, especificados en la **figura 5**, destacan:

- El agujero oval se cerrará, pasando a llamarse la fosa oval.
- El conducto venoso se transformará en el ligamento venoso
- Las venas umbilicales se transforman en el ligamento redondo
- Las arterias umbilicales se transforman en los ligamentos umbilicales
- El conducto arterioso se transforma en el ligamento arterioso (10).



estiramiento longitudinal y al aumento de la pO<sub>2</sub> sanguínea, lo que inducirá importantes cambios en la fisiología neonatal, dejando atrás la circulación fetal.

El clampaje, pinzamiento o colapso del cordón umbilical es algo más que una separación simbólica del binomio madre-bebé. El pinzamiento o colapso de esta estructura provocará el cese de la circulación de la sangre por los vasos umbilicales, es decir, las dos arterias y la vena umbilical. Obviamente, el clampaje de forma deliberada a nivel externo del cordón acelerará este proceso (9).

### 1.2.1 EL PINZAMIENTO TARDÍO DE CORDÓN

De forma fisiológica no es posible establecer un tiempo estándar de duración del latido del cordón umbilical hasta que se colapsa totalmente. Se trata de un tiempo muy variable entre un bebé y otro (15). Hay casos en los cuales el cordón se colapsa a los 3 minutos y otros que, sin embargo, se mantiene pulsátil 20 minutos o más.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), establece que pinzar el cordón umbilical tras esperar al menos 60 segundos se considera pinzamiento tardío del cordón umbilical (PTC) (16). En sus guías establece que los principales beneficios de esta práctica residen en que, durante el tiempo que el cordón late hasta su colapso o su obliteración intencionada (tras 60 segundos o más, para considerarse corte tardío), se produce una transfusión de sangre.

## **FIGURA 6**



**Figura 6.** El efecto del paso del tiempo en el cordón umbilical. Fuente: Plataforma pinzamiento óptimo (2020) (15).

De media, a los 5 minutos el volumen de transfusión al recién nacido es de 81 ml (rango de 50 a 163 ml) o 25 ml/kg (rango, 16–45 ml/kg) (17). Este volumen representa entre un 20-30% del volumen sanguíneo total del recién nacido (18)(19). Esta transfusión sanguínea placentaria puede estar influenciada por múltiples factores.

En primer lugar, destaca como principal cuestión determinante del volumen de sangre transfundido de la placenta al bebé, el tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta el pinzamiento o colapso del cordón. Así, un mayor retardo en el pinzamiento del cordón umbilical como acto deliberado o un mayor tiempo hasta el colapso del mismo, propiciarán una mayor cantidad de sangre hacia el recién nacido (20).

Otra de las cuestiones que se ha discutido respecto al retraso en el pinzamiento del cordón y la transfusión placentaria es el posible efecto de la gravedad en la misma. Los estudios de Gunther y Yao (21)(19), a pesar de estar realizados en los años 50 y 70 respectivamente, fueron estudios muy rigurosos a nivel metodológico y aseguraban que la gravedad podría afectar al volumen de transfusión placentaria. Esto llevaría a recomendar que los bebés recién nacidos deberían mantenerse al nivel o por debajo del nivel de la vagina. Seguir este procedimiento es, además de un poco complicado logísticamente, una gran interferencia en el contacto inmediato entre madre y bebé, lo que generaría un bajo cumplimiento de esta recomendación.

En 2010, la Cochrane se propuso como objetivo en una de sus revisiones comparar los efectos de diferentes posiciones del bebé en el nacimiento y posibles relaciones con, entre otras, la transfusión placentaria con el cordón intacto y evaluar resultados en salud para el bebé, la madre y el uso de los recursos de los servicios de salud. No obstante, encontraron que ningún ensayo aleatorio evaluó la influencia de la gravedad en la transfusión placentaria (22).

Ante esta escasez de evidencia y resultados contradictorios, en 2014 un ensayo clínico aleatorizado publicado en *The Lancet* tuvo como objetivo evaluar si la colocación del recién nacido tras su nacimiento en el abdomen/pecho materno frente al posicionamiento del bebé a nivel del introito, influía en la transfusión placentaria, siempre que el pinzamiento de cordón se retrasara durante 2 minutos. Sus resultados mostraron que los bebés colocados sobre el

abdomen/pecho materno no recibieron menor volumen de sangre que los colocados a nivel del introito.

Estos autores concluyen que retrasar el pinzamiento del cordón umbilical al menos dos minutos supone una transfusión de volumen placentario relevante, similar la recibida por bebés colocados a nivel vaginal materno. Así, la posición del recién nacido antes del pinzamiento del cordón no parece afectar el volumen de transfusión placentaria (23).

De este modo, si la gravedad juega un papel pequeño o insignificante en la transfusión de sangre de la placenta, la mayoría de los bebés nacidos después de un parto vaginal, si las circunstancias lo permiten, podría colocarse inmediatamente sobre el abdomen o pecho de la madre antes de pinzar el cordón umbilical.

Otro de los factores que se ha pensado que podría afectar al volumen transferido son las contracciones uterinas tras la salida del bebé, para que se produzca la tercera etapa del parto: el alumbramiento o salida de la placenta.

Con las contracciones de útero se produce un aumento significativo de la presión (hasta 100 mmHg), que genera un gradiente que contribuye a la transfusión de sangre desde la placenta a la aurícula derecha del neonato. La contracción uterina que expulsa al feto favorece la transfusión de entre el 25 y el 30% de la sangre. Las contracciones durante el alumbramiento contribuyen a transferir alrededor de un 50% de sangre placentaria (17).

Se plantea la posibilidad de que un manejo activo del alumbramiento, es decir, la administración de oxitócicos para facilitar la salida de la placenta, inflencie en la cantidad de sangre transferida. No obstante según la bibliografía actual, la administración de oxitócicos es compatible con el PTC, sin afectar a la cantidad de sangre transferida (24).

### **1.3.2 RESULTADOS MATERNOS Y NEONATALES DEL PINZAMIENTO TARDÍO DEL CORDÓN UMBILICAL**

Los principales resultados maternos y neonatales del pinzamiento tardío del cordón umbilical (PTC) en el neonato son:

#### **a) Resultados maternos**

El pinzamiento tardío de cordón (PTC) (con o sin manejo activo del alumbramiento) no aumenta el riesgo de hemorragia postparto (25)(24)(26), incluso en partos múltiples (27). No hay diferencias significativas en las tasas de hemorragia posparto grave (> 1000 ml) o hemorragia posparto (> 500 ml) entre los grupos con pinzamiento precoz del cordón (PPC) o tardío del cordón umbilical. No se ha observado ningún efecto significativo del tiempo de pinzamiento del cordón umbilical en diferentes ensayos que evaluaron la necesidad de extracción manual de la placenta, la necesidad de transfusión de sangre y la duración del alumbramiento (16).

#### **b) Resultados neonatales**

El análisis de los resultados neonatales tras un PTC hace preciso distinguir entre recién nacidos a término (> de 37 semanas de gestación) y pretérmino (<37

semanas de gestación). En los resultados estudiados entre los recién nacidos a término se incluyen mortalidad neonatal, ingreso en cuidados intensivos, resultados hematológicos y del estado del hierro al nacer y hasta los 6 meses de edad, riesgo de desarrollar policitemia, ictericia e impacto en el desarrollo neurológico.

En la mayoría de los ensayos que comparaban PTC con PPC, el pinzamiento precoz ocurrió dentro de los 15 segundos posteriores al nacimiento, mientras que el pinzamiento tardío varió entre 1 y 5 minutos después del parto, o al final de las pulsaciones del cordón umbilical.

La bibliografía evidencia, de forma unánime, que el PTC no tiene efecto en la mortalidad neonatal ni aumenta las tasas de ingresos en las Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) (16)(28).

Respecto al riesgo de anemia del lactante y de las reservas de hierro, a pesar de que algunos de los estudios previos mostraron que el PTC podría no tener efecto sobre este parámetro (16), investigaciones recientes muestran que un PTC propicia aumento de los valores de hemoglobina y ferritina en el recién nacido, asegurando una reserva de hierro óptima hasta el año de vida, sin generar un aumento de la sintomatología grave por hiperbilirrubinemia o policitemia (16) (25) (28) (29) .

Respecto a la controversia que suscita el posible aumento de ictericia neonatal debida al PTC, un estudio reciente muestra que a pesar de que PTC se

asoció con niveles medios significativamente más elevados de bilirrubina, un mayor número de extracciones de sangre y más diagnósticos clínicos de ictericia, no hubo un aumento en la necesidad de fototerapia (30).

En relación al desarrollo neurológico, aunque hay estudios que afirman que el PTC podría no afectar a dicho nivel (31), bibliografía reciente indica que el PTC propicia un aumento de mielina cerebral en áreas importantes para el desarrollo funcional, por lo que la dotación de glóbulos rojos ricos en hierro obtenidos a través del PTC podría suponer una mejora en el desarrollo de la sustancia blanca cerebral (32). Es más, un PTC mejoró las puntuaciones en los dominios de motricidad fina y evaluación social a los 4 años de edad, lo que podría indicar que un PTC podría mejorar el desarrollo neurológico (33).

Cabe pensar, que, dado que la sangre que es transportada desde el cordón umbilical hacia el bebé contiene unas cantidades significativas de células madre y células progenitoras, el hecho de que el recién nacido las reciba a través de un PTC podría ejercer un papel protector y disminuir la susceptibilidad de la criatura frente a diferentes enfermedades (34).

El PTC también tiene un efecto beneficioso sobre peso al nacimiento y la ganancia del mismo los días posteriores (18). Por otro lado, el PTC no cambia significativamente los resultados del análisis ácido-base y de gases, con la excepción de un valor medio más elevado de  $pO_2$  de la arteria umbilical (35).

Otro aspecto a destacar es que algunos estudios muestran una mejor y más suave adaptación a la respiración pulmonar, una perfusión tisular óptima, ayudando a mantener los niveles de oxígeno y glucosa en el neonato (36)(37)(35)(38)(39)(40).

En lo que respecta a los recién nacidos prematuros, el pinzamiento tardío del cordón se relaciona con una reducción del riesgo de hemorragia intraventricular, enterocolitis necrotizante, sepsis tardía o necesidad de transfusión sanguínea (16)(38)(25)(17).

Por último, en casos especiales como los recién nacidos con cardiopatías congénitas, un pinzamiento tardío de cordón disminuye significativamente la necesidad de transfusión y aumenta el hematocrito a las 72 horas de vida (41).

Dada la evidencia disponible, la OMS emite las siguientes recomendaciones:

- En recién nacidos sanos, el cordón no debería pinzarse hasta al menos 1 minuto después del nacimiento, como base del cuidado neonatal precoz de calidad en paritorio. Por tanto, se recomienda el pinzamiento tardío de cordón (dejar el cordón latir entre 1 y 3 minutos aproximadamente tras el parto)
- En el caso de que el recién nacido requiera ventilación con presión positiva, se prioriza la necesidad de asistencia respiratoria a la realización de un pinzamiento tardío de cordón. Además, si el recién nacido no respira de forma espontánea tras el nacimiento (neonato que presenta asfixia neonatal), tras una correcta estimulación y secado de la espalda, si no

reacciona a dicho estímulo se procederá al pinzamiento precoz (antes de 1 minuto) para el traslado a la cuna de reanimación (16).

### **1.3.3 EL PINZAMIENTO PRECOZ DEL CORDÓN UMBILICAL Y SUS EFECTOS EN EL NEONATO.**

Pinzar el cordón umbilical inmediatamente después del nacimiento y antes de que los pulmones se aireen es considerado un pinzamiento precoz del cordón umbilical. Esta práctica puede tener una influencia muy significativa en la transición cardiorrespiratoria durante la adaptación posnatal. La relevancia es tal, que el PPC puede ser considerado incluso un acto iatrogénico. Pinzar el cordón de forma precoz (unos pocos segundos tras el nacimiento) puede causar una disminución del 30-50% en el gasto cardíaco debido a un aumento de la poscarga y una reducción de la precarga ventricular, ya que el retorno venoso procedente de la vena umbilical se pierde al proceder al clampado.

Sin embargo, dicha disminución de la precarga ventricular puede evitarse esperando al inicio de la respiración y el aumento del flujo sanguíneo pulmonar antes de pinzar el cordón umbilical. Dado que el aumento de flujo sanguíneo pulmonar ocurre como resultado de la aireación pulmonar, el establecimiento de la ventilación pulmonar mientras el cordón umbilical aún está intacto latiendo, permite que se produzca un aumento del flujo sanguíneo al lecho pulmonar, mientras el retorno venoso y la precarga ventricular están garantizados y se mantienen mediante retorno venoso umbilical (11)(42).

Estudios experimentales con animales muestran, por tanto, que retrasar el momento de pinzar el cordón umbilical, hasta al menos el momento en el que se haya producido la aireación pulmonar puede ser una de las formas de mantener el gasto cardíaco (43).

#### **1.4 EL CONTACTO PIEL CON PIEL**

El contacto piel con piel (CPP) temprano se define como la colocación del recién nacido desnudo en posición decúbito ventral o prono sobre el torso desnudo de la madre, apenas nace o poco tiempo después. Colocar a los bebés sobre el pecho desnudo de su madre tras el nacimiento ha sido, históricamente en muchas culturas, un comportamiento necesario para la supervivencia del recién nacido.

La justificación para realizar y retornar al contacto piel con piel inmediatamente tras el nacimiento se basa, entre otros, en estudios realizados en animales, que demostraron que ciertas conductas innatas eran imprescindibles y necesarias para la supervivencia de los neonatos y el medio materno es el lugar óptimo donde realizarlas.

A través de estímulos sensoriales como el tacto, el calor y el olor, se libera oxitocina materna. La oxitocina produce un incremento de la temperatura de la piel de las mamas de la madre, lo que proporciona calor al recién nacido. Esta hormona además antagoniza el efecto de la lucha/huida que puede generar la adrenalina segregada en las últimas etapas del parto, lo que reduce la ansiedad

materna y aumenta la tranquilidad y la receptividad social. Durante las primeras horas después del nacimiento, es posible que este pico de oxitocina también estimule las conductas de crianza.

### **FIGURA 7**



*Figura 7. Madre y recién nacido en contacto piel con piel. Fuente: imagen propia.*

Además, en las dos primeras horas tras el nacimiento, el recién nacido está en una fase de alerta tranquila, provocada por la descarga de noradrenalina durante el parto, lo cual facilita el reconocimiento temprano del olor materno, para establecer el vínculo y la adaptación al ambiente postnatal y permanecer cerca del pecho materno, lo que además conduce a un inicio de la lactancia materna de forma más exitosa (44)(45)(46).

A pesar de estos beneficios y contra toda lógica, con el traslado de la atención al parto y el nacimiento a los hospitales durante el siglo XX, se tendió a separar el binomio madre-bebé tras el nacimiento y a bañar y vestir al recién

nacido antes de entregárselo a su madre, perturbando la interacción entre ambos. La separación, por tanto, diverge de la historia evolutiva, donde la supervivencia del neonato dependía del contacto materno íntimo y prácticamente continuo, pero las rutinas hospitalarias de las unidades de paritorio, salas de postparto y neonatología pueden ser objeto de perturbación del desarrollo de las primeras interacciones entre la madre y el recién nacido, afectando de forma muy significativa (44)(47)(48)(49)(49).

Los grandes beneficios de esta práctica han hecho que se convierta en una rutina en los paritorios. De forma inmediata: disminuye el llanto, mejora de la termorregulación del recién nacido y la estabilidad cardiopulmonar, precisa de menor tiempo para iniciar la succión, realiza el enganche al pecho más frecuentemente de forma adecuada y la lactancia materna se mantiene durante más tiempo (44)(50). En la madre: mejora las habilidades maternas, las percepciones de su hijo/a, y hay una disminución de depresión y estrés psicológico durante el puerperio (51). Además, contribuye al establecimiento de un vínculo afectivo y de apego entre ambos (44).

A día de hoy, la principal excepción que justifica la separación del binomio madre-bebé tras el parto, reside en la necesidad de reanimación del recién nacido (52)(53) o en la indisposición materna por alguna complicación (como una hemorragia posparto, por ejemplo).

Actualmente, se recomienda que inmediatamente después del parto el recién nacido vigoroso se coloque en CPP sobre el pecho y el abdomen materno.

Esta recomendación ha sido apoyada por multitud de organizaciones y sociedades científicas nacionales e internacionales, entre las que se destacan la Sociedad Española de Neonatología (SEN) (54), la Iniciativa para la Humanización de la Asistencia al Nacimiento y la Lactancia (IHAN) (55), el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad de España (que lo recoge dentro de la estrategia de atención al parto normal en nuestro país) (56) y la OMS (57). Este contacto piel con piel, no debería interrumpirse durante al menos la primera hora de vida y/o hasta que la lactancia se haya establecido (50).

Estas recomendaciones surgen, además de tras un cuerpo creciente de evidencia científica que lo respalda, por una demanda de humanización en la asistencia al parto normal de diferentes colectivos. Lo que a día de hoy nos parece una práctica totalmente extendida y ampliamente instaurada, el contacto piel con piel no era la norma hace dos o tres décadas.

Cronológicamente, en primer lugar, cabe destacar la “Carta Europea de los derechos de las niñas y niños hospitalizados”, publicada en 1986. En ella se hace referencia al derecho de la criatura a estar acompañada en todo momento durante su permanencia en el hospital. Además, subrayan la necesidad de que quien acompaña al niño o niña no sea un mero espectador, sino que forme parte activa del cuidado (58).

Además, cabe destacar en nuestro país la campaña impulsada en el año 2008 por la asociación “El parto es nuestro” llamada: “*que no os separen*” (59). Su objetivo fue el de promover el contacto piel con piel y evitar la separación

rutinaria de bebés y sus madres tras partos y/o cesáreas. Han pasado más de 10 años de aquel movimiento y ahora, estamos acostumbrados a ver fotos de partos de madres con sus bebés en brazos. No obstante, esta práctica no era tan habitual hasta hace unos años. Además, desde esta asociación también se apuntaba que en ocasiones, no se realiza un “verdadero” contacto piel con piel. Es decir, no se colocaba a los bebés desnudos sobre el pecho de su madre, si no que, una vez el bebé había pasado por la cuna de reanimación y había sido vestido, entonces pasaba a los brazos de su madre.

En esta línea, el reputado obstetra francés, Michel Odent, en su libro *“El bebé es un mamífero”* (60) explica que, como tal, el recién nacido tiene unas necesidades ligadas a esta condición de forma indiscutible. Este autor considera que hemos de respetar dichas necesidades como base de las actuaciones médicas y sociales que rodean la llegada de un bebé al mundo. Procurar las mínimas intervenciones (exclusivamente las necesarias), en silencio, sin prisa, respetando el hábitat natural del neonato, que no es otro que el cuerpo de su madre. Michel Odent defiende, así, que únicamente los casos críticos deberían sufrir interferencias que perturben este binomio Madre- bebé, en contacto piel con piel, representado en la figura 8.

## **FIGURA 8**



*Figura 8. Madre y recién nacido en contacto piel con piel. Fuente: Archivo personal de la autora.*

### **1.4.1 CONSIDERACIONES PARA UN CONTACTO PIEL CON PIEL SEGURO.**

Una causa de muerte en el periodo post-neonatal es la descrita como síndrome de muerte súbita del lactante (SMSL), que ocurre clásicamente entre las 2 semanas y el año de vida con un pico de incidencia entre los 2 y 4 meses de edad. Cuando se detecta con el paciente aún con vida se denomina Episodio Aparentemente Letal (EAL)(61).

La incidencia de los EAL en las dos primeras horas de vida es muy baja y ronda, según la bibliografía, los 2,5-3,2/100.000 nacidos vivos. Pero esa cifra podría estar infra estimada, ya que los casos registrados puede que sean únicamente los de mayor gravedad, sin incluir aquellos recién nacidos que se recuperan rápidamente tras una adecuada estimulación.

No obstante, a pesar de dicha baja incidencia, el contacto piel con piel entre la madre y el bebé, se ha postulado como uno de los principales tres factores de riesgo en esta desagradable situación, ya que coincidió su aplicación cada vez más generalizada en los paritorios con un aumento de EAL durante su realización. A este importante factor de riesgo se le suman madre primípara y madre y bebé solos en el paritorio. Además, la situación adquiere relevancia dado que las consecuencias pueden ser muy graves, con hasta un 50% de fallecimientos (mortalidad de 0,8-1,8/100.000) y otro 50% de secuelas neurológicas (51).

Ahora bien, aunque el reporte de estos EAL no debe llevar a reconsiderar la indicación del contacto piel con piel que ha demostrado ser beneficioso, parece crucial realizarlo en condiciones de seguridad y con el personal entrenado, evitando dejar a madre y bebé en solitario (62)(61)(44).

## 1.5 LA PULSIOXIMETRÍA

El ingeniero eléctrico japonés Aoyagi, en el año 1974 descubrió que los cambios pulsátiles podrían utilizarse para calcular la saturación en relación con las proporciones de los cambios de pulso en la luz roja e infrarroja y al equilibrarlos, hacer las medidas de la saturación de oxígeno. De esta idea, los ingenieros de *Minolta Corporation* descubrieron que la hemoglobina podía medirse analizando la absorción pulsátil de la luz y es cuando surge en el año 1975 el primer pulsioxímetro. Desde entonces hasta día de hoy el pulsioxímetro

ha ido evolucionando hasta alcanzar niveles extraordinarios de sofisticación en sus mediciones (63).

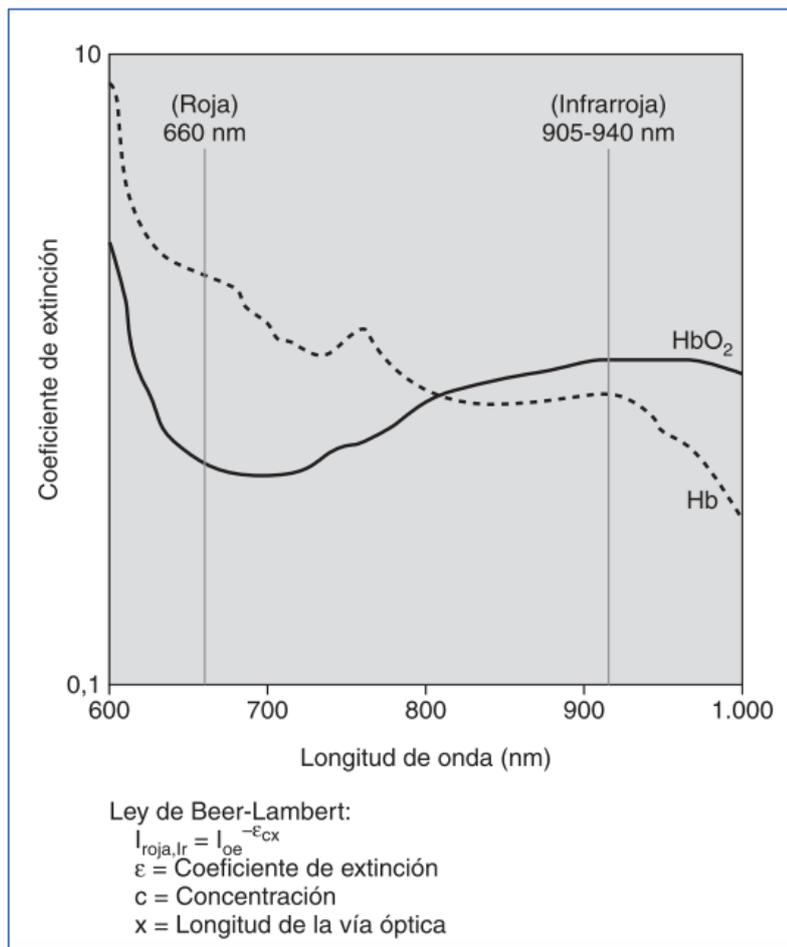
La pulsioximetría (PO) es la medición no invasiva del oxígeno transportado por la hemoglobina en el interior de los vasos sanguíneos. Se realiza con un aparato llamado pulsioxímetro y proporciona, sin la necesidad de una calibración previa, lecturas continuas de frecuencia cardíaca (FC) y la saturación de oxígeno en sangre ( $SpO_2$ ) (63).

La hemoglobina oxigenada ( $HbO_2$ ) y la hemoglobina desoxigenada o reducida (Hb) absorben y transmiten determinadas longitudes de onda del espectro luminoso (para la luz roja, alrededor de 660 nanómetros (nm), y aproximadamente 940 nm para la luz infrarroja). Es lo que se denomina como propiedad física coeficiente de extinción. La ley de Beer-Lambert es la base en la que se sustenta la física de la oximetría de pulso en la que intervienen el coeficiente de extinción, la concentración y la longitud de la vía óptica.

El sensor o sonda del oxímetro de pulso consiste en dos diodos emisores de luz (DEL), uno para la luz roja (R) y otro para la infrarroja (Ir), y un fotodiodo detector. Para mejorar el rendimiento, los DEL y el detector deben colocarse en puntos opuestos de un lugar perfundido que sea translúcido. El fotodiodo mide tres niveles lumínicos diferentes: la luz roja, la luz infrarroja y también la luz ambiente. El principio que permite que el oxímetro transcutáneo sea un oxímetro arterial o “de pulso” es que registra sólo los valores lumínicos transmitidos del volumen adicional de sangre arterial que atraviesa los tejidos con cada pulsación arterial.

Sobre la base del trabajo original de Aoyagi, se asumió que sólo la sangre arterial pulsa en el lugar de medición, lo que se denomina el componente arterial (CA) pulsátil. La luz absorbida cambia al variar la cantidad de sangre en el lecho tisular y al modificarse las cantidades relativas de HbO<sub>2</sub> y Hb. La medición de los cambios en la absorción de la luz permite estimar la SpO<sub>2</sub> arterial y la frecuencia cardíaca.

**FIGURA 9**



**Figura 9.** Relación entre el coeficiente de extinción y la longitud de onda, en nanómetros (nm), con detección de la luz roja e infrarroja, a 600 nm y 905-940 nm. Fuente: Sola et al, (2005). (64)

Además, existe el componente estático (CE), formado por los tejidos, el hueso, los vasos sanguíneos, los líquidos, la piel y también la intensidad de los DEL, la respuesta del detector y la frecuencia de la sangre venosa, relativamente baja. Si se dividen los componentes pulsátiles (CA) por los componentes no pulsátiles (CE) para cada DEL, se normaliza la transmisión lumínica y no sería necesaria la calibración. Al pasar la luz a través de los tejidos humanos, esta es absorbida en diversos grados. Así pues, por métodos espectrofotométricos, los monitores de SpO<sub>2</sub> miden la HbO<sub>2</sub> y la Hb, por absorción de la luz roja e infrarroja (R/Ir).

Sin movimiento, los valores de la luz se transmiten a través de la porción constante de la sangre arterial y venosa, y queda descartada la luz que se transmite a través de los tejidos interpuestos. Con movimiento, cabe destacar que los oxímetros de pulso convencionales fallan.

En resumen, la SpO<sub>2</sub> estima el porcentaje de SpO<sub>2</sub> de la sangre arterial pulsátil, al medir la absorción de la luz de dos longitudes de onda y analizar el cociente R/Ir (64).

### **1.5.1 Introducción de la pulsioximetría en paritorio.**

Tradicionalmente, la perfusión posnatal y la oxigenación se han evaluado subjetivamente observando el color del recién nacido. La puntuación del test de Apgar confiere el 20% al color según lo determinado por el cuidador: uno y cinco minutos después del nacimiento (65).

Sin embargo, un estudio se planteó como objetivo evaluar la fiabilidad del color como método para evaluar la oxigenación del recién nacido momentos después tras el parto. Mostraron grabaciones de recién nacidos con distintos grados de reanimación y se pidió a los observadores (que fueron neonatólogos expertos) que indicaran si el bebé tenía buena coloración/rosada al principio de la grabación, se volvió rosado durante el clip o nunca fue rosada. Sus resultados fueron muy esclarecedores y mostraron una variabilidad sustancial entre observadores e intraobservadores en las evaluaciones del color. Además el valor de la SpO<sub>2</sub> no guardaba relación en muchas ocasiones con el color rosado o no rosado, según este estudio (66).

En la búsqueda de objetividad, la saturación de oxígeno arterial (SpO<sub>2</sub>) mediante oximetría de pulso o pulsioximetría (PO) se ha convertido en el estándar de atención para evaluar la oxigenación del recién nacido en el paritorio (67).

Es posible recuperar una SpO<sub>2</sub> fiable en menos de 2 minutos, de forma muy rápida, tras el nacimiento si los aparatos son empleados por personas expertas. Dicha información puede ser muy valiosa en los casos en los que es precisa una asistencia respiratoria inicial, del mismo modo que para decidir si es necesario administrar y/o dosificar oxigenoterapia o es preciso realizar acciones más invasivas para una correcta adaptación a la vida extrauterina.

No obstante, la etapa postnatal inmediata, los primeros minutos de vida del recién nacido, son una época de cambios muy importantes, sobre todo a nivel

circulatorio, lo que puede ocasionar artefactos por movimientos, ruido y mala perfusión. Estos posibles fallos se han subsanado o mejorado de forma considerable de forma reciente, gracias a la incorporación del software de la oximetría de pulso de nueva generación y la tecnología de extracción de la señal (signal extraction technology, SET).

El uso de Masimo SET PO se asoció con una adquisición rápida y una visualización casi continua de los valores de PO en el recién nacido en paritorio (68), ha mejorado en 10 veces el umbral de medición en condiciones de mala perfusión y obtuvo la acreditación de la *Food and Drug Administration (FDA)* por su exactitud durante los movimientos y la mala perfusión (69).

Por lo tanto, la monitorización posnatal inmediata o casi inmediata, de la SpO<sub>2</sub> del recién nacido en paritorio no sólo es posible y fiable, sino que además es muy valiosa mediante la aplicación de sensores que son incruentos, fáciles de colocar y que no causan lesiones de importancia, incluso en los recién nacidos de menor peso (69).

### **1.5.2 Cambios en la pulsioximetría del recién nacido en los primeros minutos después del nacimiento.**

La evolución de la SpO<sub>2</sub> y la FC en los primeros minutos después del nacimiento en recién nacidos que no requieren reanimación se ha estudiado ampliamente en diferentes circunstancias. Desde los años 80 hasta los estudios recientes han tenido como objetivo principal determinar y conocer las SpO<sub>2</sub> y la

FC del recién nacido durante la transición fetal-neonatal (70)(71)(72)(73)(74)(75)(76)(77)(78)(79)(80)(81)(82)(83)(84).

Todos estos estudios emplearon como medición un pulsioxímetro, aunque de diferentes marcas. Además, en algunos de ellos ha sido objeto de estudio determinar si factores relevantes como la finalización del parto, por cesárea segmentaria transversa (CST) o parto vaginal (PV) son responsables de diferencias en estos valores. La mayoría muestra valores menores de SpO<sub>2</sub> en los recién nacidos tras una cesárea, en comparación con un parto vaginal de forma significativa (70)(75) (71)(78) (80)(84). Una única publicación no encontró diferencias significativas con respecto a la finalización del parto vía vaginal o por cesárea (74).

Otras publicaciones también apuntan diferencias entre la saturación de oxígeno preductal (es decir, de sangre que pasa desde la placenta al bebé desde antes de pasar por el ductus arterioso (DA)) y la saturación postductal (73)(79), mostrando valores mayores la SpO<sub>2</sub> preductal.

Los principales resultados de los estudios que han valorado descriptivamente la SpO<sub>2</sub> y la FC durante los primeros minutos tras el nacimiento, se resumen en la **tabla 3**.

**TABLA 3**

<b>Primer autor y año</b>	<b>Muestra</b>	<b>Parámetros analizados</b>	<b>Finalización de parto</b>	<b>Instrumento de medida, colocación del sensor</b>	<b>Pinzamiento del cordón y contacto piel con piel</b>	<b>Principales conclusiones</b>
Harris, 1986 (70)	N = 76 RNAT	SpO <sub>2</sub>	PV y CST	No especificado	15'' tras parto sin CPP.	SpO <sub>2</sub> de 61%±5% tras 1', 82%±1% a los 7'. Los RN por CST mostraban valores más bajos.
Deckard, 1987 (71)	N=31 AEG	SpO <sub>2</sub> postductal.	PV	Pulsioxímetro N-100 Nellcor	No especificado	La media de SpO <sub>2</sub> fue >80% tras 1.9±0,96'.
Porter, 1988 (72)	N=103 (no especifica EG).	SpO <sub>2</sub>	PV y CST	No especificado	No especificado.	La media de SpO <sub>2</sub> fue 77.7%±11.49% tras 1', 84.4%±7.64% tras 5' y 89.7%±6.29% tras 10'.
Meier-Strauss, 1989	N= 53 AT	SpO <sub>2</sub> (pre y post ductal) y FC	CST	Pulsioxímetro N-100 Nellcor	Pinzamiento precoz sin CPP.	Existen grandes diferencias entre la SpO <sub>2</sub> pre y post ductal hasta al menos 17' tras el parto.

(73)							La SpO <sub>2</sub> debe medirse en la mano/muñeca derecha.
Dimich, 1990 (74)	N= 100 (no especifica EG).	SpO <sub>2</sub> pre y postductal.	PV (63) y CST (37)	Pulsioxímetro Ohmeda Biox 3700.	Pinzamiento precoz sin CPP.		La SpO <sub>2</sub> preductal era mayor a la postductal, no hubo diferencias entre PV/CST. La media de SpO <sub>2</sub> Preductal fue 69%±7.1% tras 1', 82%±3.1% tras 5' y 91.2%±3.2% tras 10'
Gonzales, 1998 (75)	N= 380 (>28 SG)	SpO <sub>2</sub> postductal.	PV (316) y CST (64)	Pulsioxímetro Nellcor N-20	Pinzamiento precoz, sin CPP.		SpO <sub>2</sub> y FC menor en RN por CST. Se registro una SpO <sub>2</sub> de 61% y de 91.4% tras 1' y 10' para PV y de 52.2% y 96.6% tras CST.
Toth, 2002 (76)	N= 50 AT	SpO <sub>2</sub> pre y post ductal y FC	PV	Pulsioxímetro Nellcor N-3000	No especificado		Rango de SpO <sub>2</sub> de 67-73% tras 2' postparto. Influencia de la epidural en la FC a los 2', siendo mayor en el grupo con Analgesia epidural.

Kamlin, 2006 (77)	N= 175 AT (121) y PT (54 ≥ 31 SG).	SpO <sub>2</sub> preductal	PV (68) y CST (107)	Pulsioxímetro Masimo Radical	No especificado.	La prematuridad y la CST fueron factores que influyeron significativamente en los valores de SpO <sub>2</sub> . La media tras 1' fue 63% y 90% tras 5'.
Rabi, 2006 (78)	N= 115 (≥ 35 SG).	SpO <sub>2</sub> preductal	PV (45) y CST (62)	Pulsioxímetro LNOP NeoPt-L y Radical SET	Pinzamiento precoz. No especificado CPP.	La media de SpO <sub>2</sub> (RIC) tras 5' fue 87% (80-95%) en PV y menor en CST con 81% (75-83%).
Mariani, 2007 (79)	N= 110 AT	SpO <sub>2</sub> pre y post ductal	PV (60) y CST (40)	Pulsioxímetro Masimo Radical	Pinzamiento de media a los 58±11' y CPP	Existen diferencias entre la SpO <sub>2</sub> pre y post ductal. La media de SpO <sub>2</sub> (IQR) tras 5' fue 90% (84-94%)
Altuncu, 2008 (80).	N = 200 AT	SpO <sub>2</sub> pre ductal	PV (150) y CST (50)	Pulsioxímetro Nellcor Oximax N-550B	Pinzamiento precoz. No especificado CPP.	La media de SpO <sub>2</sub> tras 1', 5' y 10' fue 71, 92, 98% en PV y menor en CST 70, 79, 96%. Tablas con percentiles de SpO <sub>2</sub> para PV y CST.

Dawson, 2010 (81)	N = 468 (308) y (160)	AT y PT	SpO <sub>2</sub> ductal	pre	PV (246) y CST (222)	y	Pulsioxímetro Masimo Radical	No pinzamiento, CPP sólo en PV y AT.	Los percentiles 3, 10, 50, 90, 97 de SpO <sub>2</sub> fueron 29%, 39%, 66%, 87% y 92% tras 1' y 59%, 73%, 89%, 97% y 98% tras 5'. Se tardó de media 7.9' en alcanzar SpO <sub>2</sub> > de 90%.
Dawson, 2010 (82)	N = 468 (308) y (160)	AT y PT	FC		PV (246) y CST (222)	y	Pulsioxímetro Masimo Radical	No pinzamiento, CPP sólo en PV y AT.	La media (IQR) de FC fue de 96 (65-127) tras 1', 139 (110-166) tras 2'y 163 (146-175) tras 5'. La media de FC fue <100 lpm tras 1' después del parto.
Smit, 2018 (83).	N= 109	AT	SpO <sub>2</sub> ductal y FC	pre	PV Domiciliario (59) casa de partos (50)		Pulsioxímetro Masimo RAD-8	Pinzamiento tardío de cordón (media y IQR: 5 (3-7) y CPP	Los valores de FC de media (IQR) fueron 61 (42-146) tras 1', 150 (140-161) tras 5' y 146 (120-153) tras 10'. Los valores de SpO <sub>2</sub> de media (RIC) fueron 78 (67-87) tras 1', 90 (81-95) tras 5' y 95 (89-98) tras 10'.

Bancalari, 2019 (84).	N = 324 AT	SpO <sub>2</sub> pre ductal y FC	PV (160) y CST (164)	y Pulsioxímetro Nellcor N-600 OxiMax	Pinzamiento del cordón al primer llanto, entre 30-60 segundos postparto	Los valores de FC de media (IQR) fueron 156 (115-192) tras 1', 163 (96-200) tras 5' y 156 (115-192) tras 10'. Los valores de SpO <sub>2</sub> de media (IQR) fueron 58.7 (29-88) tras 1', 83 (46-100) tras 5' y 94.5 (78-100) tras 10'. La FC fue mayor en los PV que en las CST.
-----------------------	------------	----------------------------------	----------------------	--------------------------------------	---	---

AT: A término, AEG: adecuado a la edad gestacional, PT: Pretérmino, SpO<sub>2</sub> : Saturación de oxígeno, FC: Frecuencia Cardíaca, PV: Parto Vaginal, CST: Cesárea, CPP: Contacto piel con piel, IQR: Rango intercuartílico.

**Tabla 3:** Resumen de la bibliografía. Valores de SpO<sub>2</sub> y la FC durante los primeros minutos tras el nacimiento medidas mediante pulsioximetría Fuente: Elaboración propia.



---

# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



## 2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la mayoría de los estudios disponibles que describen los valores de SpO<sub>2</sub> y FC durante los primeros minutos tras el nacimiento, cabe destacar que, al estar publicados antes de que el CPP y el PTC fueran una rutina en paritorio, no consideran estas cuestiones como eje central de su metodología y es una cuestión o poco o nada relevante en la investigación. El momento en el que se pinza el cordón carece de relevancia, de especificarse, no se espera en todos ellos al menos un minuto (lo que, como se ha visto en apartados anteriores, consideramos pinzamiento tardío del cordón umbilical).

De entre los artículos descritos en la tabla, merecen una mención especial los publicados por Dawson et al. (81) (82) para definir unos rangos que sirvieran de referencia de ambos parámetros, FC y SpO<sub>2</sub> de recién nacidos a término y prematuros durante la adaptación posnatal.

En el año 2010, con el objetivo de elaborar un nomograma de SpO<sub>2</sub> y FC, Dawson et al. (81) combinaron los datos recuperados de bases de datos recogidas en 2 hospitales terciarios distintos, el *Royal Women's Hospital* (Melbourne, Australia) y el Hospital Universitario y Politécnico La Fe (Valencia, España). Registraron la pulsioximetría preductal en los primeros 10 minutos después del nacimiento en bebés que no necesitaron reanimación ni requirieron oxígeno al nacer. La población consistió en 308 recién nacidos a término y 160 recién nacidos prematuros sanos, con partos vaginales y por cesárea. Los pulsoxímetros empleados en las distintas bases de datos eran del mismo

fabricante, con las mismas características. Además, evitaban artefactos de movimiento y las mediciones se realizaban con la configuración de la sensibilidad más alta y los intervalos de 2 segundos entre las mediciones. Los rangos intercuartílicos de SpO<sub>2</sub> (IQR) a los 3, 5 y 10 minutos fueron 81% (71% –90%), 92% (83% –96%) y 97% (94% –98%) respectivamente para los recién nacidos a término y 76% (67% –83%), 86% (80% –92%) y 94% (91% –97%) respectivamente para los recién nacidos prematuros.

Curiosamente, los recién nacidos prematuros representaron el 34% de todos los recién nacidos que participaron en el estudio. Además, las gestaciones prematuras de menos de 32 semanas fueron solo el 8% del total. Así, las curvas de rango de referencia de Dawson se referían a término y pretérmino tardío, pero no a muy prematuros <32 semanas de gestación.

Lo más relevante respecto a estas dos publicaciones, es que no se proporciona información sobre el momento del pinzamiento del cordón umbilical. No obstante, en los últimos años, retrasar el pinzamiento del cordón o realizar un pinzamiento tardío de cordón (PTC) durante al menos un minuto, se ha convertido en una práctica clínica ampliamente extendida y recomendada por la OMS y las principales sociedades científicas (16)(56)(85).

Dejar latir el cordón permite transferir un volumen significativo de sangre placentaria que podría contribuir a la estabilización hemodinámica y la buena oxigenación del recién nacido durante la transición fetal neonatal (86) (87). Este volumen de sangre, junto con la fisiología de la transición, podría tener influencia

en los valores de SpO<sub>2</sub> y FC que a día de hoy consideramos de referencia, publicados por Dawson et al. en 2010 (81) (82). La introducción reciente del PTC en los paritorios como una práctica estándar, así como el contacto piel con piel de rutina, hacen necesario actualizar los rangos de normalidad de los parámetros básicos de una correcta adaptación del recién nacido a la vida extrauterina, como son la SpO<sub>2</sub> y la FC.

---

# OBJETIVOS



## 3 OBJETIVOS

### 3.4 OBJETIVO GENERAL

La presente tesis doctoral tuvo como objetivo principal registrar la SpO<sub>2</sub> y la FC preductal en los primeros 10 minutos después del nacimiento en recién nacidos sanos después de gestaciones sin complicaciones y nacidos exclusivamente por parto vaginal con un pinzamiento tardío del cordón umbilical de al menos 60 segundos y con contacto precoz piel con piel desde el nacimiento.

### 3.5 OBJETIVOS SECUNDARIOS

Como objetivos secundarios, se plantean:

1. Presentar los datos como gráficos de percentiles, que puedan ser útiles en paritorio como una herramienta y/o guía para la estabilización postnatal.
2. Comparar y determinar si hay diferencias entre los valores de SpO<sub>2</sub> obtenidos en esta muestra con los presentados por Dawson et al. En 2010 (81).
3. Comparar y determinar si hay diferencias en los valores de FC obtenidos en esta muestra con los presentados por Dawson et al. En 2010 (82).
4. Determinar si la realización de episiotomía durante el expulsivo influye en los valores de SpO<sub>2</sub> y FC durante los primeros minutos tras el nacimiento.
5. Determinar si el uso de analgesia epidural influye en los valores de SpO<sub>2</sub> y FC durante los primeros minutos tras el nacimiento.

6. Determinar si la realización de un alumbramiento espontáneo o dirigido, combinado con un PTC, influye en los valores de SpO<sub>2</sub> y FC durante los primeros minutos tras el nacimiento.
7. Determinar si los valores de ph arterial y/o venoso influyen en los valores de SpO<sub>2</sub> y FC durante los primeros minutos tras el nacimiento.

---

# MATERIAL Y MÉTODO



## **4 MATERIAL Y MÉTODO**

### **4.4 DISEÑO Y ÁMBITO DE ESTUDIO**

Para alcanzar los objetivos en la presente investigación se diseñó y se llevó a cabo un estudio observacional prospectivo. Este estudio se realizó en el bloque obstétrico del Hospital Universitario y Politécnico La Fe, ubicado en la ciudad de Valencia (España) durante los años 2018 y 2019. Se trata de un hospital de tercer nivel, que pertenece al Departamento de Salud Valencia - La Fe, responsable de la atención sanitaria de 300.000 habitantes, a la que se suman pacientes de otros departamentos que acuden al hospital por su carácter de referencia. De hecho, la atención de pacientes externos al departamento de salud supone el 60% de su actividad anual.

En número de partos vaginales que hubo en el hospital durante el año 2016 fue de 3742. El equipo de profesionales de enfermería que trabaja el bloque obstétrico está compuesto por 64 Matronas, 10 Enfermeras Internas Residentes de Matrona y 42 Técnicos en Cuidados Auxiliares de Enfermería.

### **4.2 POBLACIÓN Y SUJETOS DEL ESTUDIO**

Los neonatos elegibles para participar en el estudio fueron aquellos cuya vía de nacimiento fue exclusivamente vaginal. Todo ellos fueron nacidos a término ( $\geq 37$  semanas de gestación) después de un embarazo bien controlado, siguiendo los criterios de la Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia

(SEGO) (88), que incluye al menos  $\geq 4$  exámenes médicos prenatales y/o controles con matrona y al menos  $\geq 2$  exámenes ecográficos anteparto. Además, un miembro del grupo de investigación tuvo que estar presente durante el parto, independiente del equipo que asistía y brindaba atención a la mujer de parto.

Fueron excluidos los recién nacidos de madres: con patologías no controladas y / o consumición de drogas ilegales durante el embarazo, con complicaciones posparto, cuya finalización del trabajo de parto fue cesárea y con embarazo múltiple.

Respecto al feto / recién nacido, los criterios de exclusión fueron: tener diagnóstico prenatal o postnatal de cromosomopatías y/o malformaciones mayores, signos de sufrimiento fetal severo o necesidad de reanimación cardiopulmonar que evite el pinzamiento tardío del cordón y /o interrumpa el contacto piel con piel con la madre durante los primeros 10 minutos de vida. Los criterios de inclusión y exclusión se resumen en la **tabla 4**.

**TABLA 4**

<b>CRITERIOS DE INCLUSIÓN</b>	<b>CRITERIOS DE EXCLUSIÓN</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Recién nacidos a término (<math>\geq 37</math> semanas de gestación).</li><li>• Embarazo controlado (al menos <math>\geq 4</math> visitas con la matrona y/o ginecólogo/a anteparto y <math>\geq 2</math> ecografías prenatales).</li><li>• Consentimiento informado previo al inicio de recogida de datos del estudio.</li><li>• Miembro del equipo de investigación presente en el momento del parto.</li></ul>	<p><b>Relacionados con la madre y/o el parto:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Patología materna prenatal o gestacional no controlada.</li><li>• Consumo de drogas ilegales durante el embarazo.</li><li>• Complicaciones severas postparto</li><li>• Finalización del parto en cesárea.</li><li>• Gestación múltiple.</li></ul> <p><b>Relacionados con el feto/recién nacido:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Diagnostico pre o postnatal de cromosomopatías y/o malformaciones mayores.</li><li>• Signos de pérdida de bienestar fetal y/o necesidad de reanimación tras el parto.</li><li>• Pinzamiento inmediato del cordón umbilical (<math>&lt; 60</math> segundos).</li><li>• Interrupción del contacto precoz piel con piel.</li></ul>

*Tabla 4: Criterios de inclusión y exclusión. Fuente: Elaboración propia.*

## **4.3 VARIABLES E INSTRUMENTOS DE MEDIDA**

### **4.3.1 PULSIOXIMETRÍA**

La medición de SpO<sub>2</sub> en sangre (de 0 a 100%), la FC (de 25 a 240 latidos por minuto (lpm)) y el Índice de perfusión o IP (de 0,02 a 20%) se llevó a cabo mediante el Pulsioxímetro “Pulsi CO-Oximeter Radical 7®” de pantalla táctil (Masimo, California, USA).

Se usó un sensor adhesivo desechable de saturación Neonatal (LNCS Neo), especialmente diseñado para el paciente neonatal, que se conectó al pulsioxímetro Radical 7®. Su receptor está protegido ante interferencias eléctricas, ópticas y ruido de paciente (89).

El pulsioxímetro y el sensor empleado en este estudio, gracias a la tecnología Masimo Rainbow SET®, permite evaluar de forma continua y no invasiva diversos componentes de la sangre y parámetros fisiológicos. Además, es capaz de proporcionar pulsioximetría con medición fiable en condiciones complejas como es la transición fetal-neonatal.

Estos pulsioxímetros y sensores Masimo SET® son los únicos certificados y con evidencia clínica demostrada de funcionamiento preciso en situaciones de movimiento y baja perfusión, además de disponer de marcado *Conformité Européenne* o CE (Nº CE: G1 15 08 31548 049) y FDA (Certificado 510(k): K110028).

## **FIGURA 10**



**Figura 10:** Pulsioxímetro “Pulsi CO-Oximeter Radical 7®” acoplado a estación de carga independiente. Fuente: Ficha técnica Pulsi CO-Oximeter Radical 7® (90).

Los intervalos de medición de SpO<sub>2</sub> y FC se configuraron durante 2 segundos durante los primeros 10 minutos de vida de cada recién nacido. Por un lado, la sensibilidad de SpO<sub>2</sub> fue de  $\pm 3\%$  para el rango de 60-80% de SpO<sub>2</sub>. Por el otro, en lo que respecta a la sensibilidad de la FC, fue de  $\pm 3$  lpm para el rango de 25-240 lpm (89)(90).

## **FIGURA 11**



**Figura 11:** Sensor de pulsioximetría adhesivo desechable Neonatal (LNCS Neo).

Fuente: Ficha técnica sensor LNCS Neo (89).

### **4.3.2 PINZAMIENTO DEL CORDÓN UMBILICAL**

El tiempo desde el nacimiento hasta el pinzamiento del cordón umbilical se controló accionando el reloj temporizador incorporado a la cuna térmica Giraffe ® (General Electric Healthcare). Ese cronómetro mide el tiempo en segundos, por lo que desde la salida total del cuerpo del recién nacido hasta el pinzamiento del cordón se midió el tiempo en minutos y segundos. Además, este cronómetro emite una señal acústica cuando ha pasado un minuto tras el nacimiento, a modo de recordatorio para realizar el test de Apgar (65) al minuto (que más adelante se detalla en la tabla ). Esta señal se repite también a los 5 y 10 minutos para recordar a la persona que asiste al recién nacido de que ha de realizar dicho test.

**FIGURA 12**



*Figura 12: Reloj temporizador Apgar de la Cuna Térmica Giraffe ® (General Electric Healthcare). Fuente: Elaboración propia.*

#### **4.3.3 OTRAS VARIABLES ESTUDIADAS.**

Para poder registrar y analizar otras variables, tanto del recién nacido como de la madre y del proceso del parto, se realizó una hoja de recogida de datos elaborada ad hoc para el estudio (**Ver anexo 1**).

A continuación, se detallan otros datos que fueron recogidos, así como el método de recogida de los mismos:

- **Edad Gestacional:** detallada en la historia clínica de la mujer que ingresaba para el parto. Calculada en función de la fecha de última regla. Este dato se registro como semanas de gestación y días.
- **Edad materna:** Se especificó la edad de la madre el día del parto, en años.
- **Inicio del trabajo de parto:** Se registró si el inicio del parto había sido de forma espontánea, o si se había iniciado de forma artificial mediante inducción farmacológica del parto. En este segundo supuesto, el parto se desencadenó tras el uso de oxitocina sintética intravenosa.
- **Paridad:** La paridad se registró teniendo en cuenta el número de partos previos. Ahora bien, si no era el primer embarazo, pero no había habido ningún parto previo (por ejemplo, había habido un aborto) se registraba como primer parto.
- **Analgesia durante el parto:** Se detalló si la mujer hizo uso de analgesia epidural durante el parto o no. En caso de no usar analgesia epidural se detalló si se empleó otro tipo de analgesia farmacológica como el óxido nitroso.
- **Tipo de parto:** El parto se clasificó como parto eutócico si fue un parto vaginal. En el caso de finalizar con la ayuda de un instrumento se clasificó como parto instrumentado.
  - Dentro de esta clasificación se subdividió en parto instrumentado con (a) ventosa obstétrica, (b) fórceps o (c) espátulas.

- **Realización de episiotomía:** Se detalló si se realizó episiotomía o no.
- **Líquido amniótico:** Se clasificó el color del líquido como: líquido amniótico claro o meconial.
- **Sexo del bebé:** los neonatos fueron clasificados como hombre o mujer tras el nacimiento.
- **Gases en sangre umbilical:** Mediante el analizador de gases en sangre ABL90 FLEX de Radiometer ® (**Figura 13**) se registraron los valores de gases obtenidos de sangre de arteria y vena umbilical. Se detalló en ambas, arteria y vena, valores de: ph, pCO<sub>2</sub>, pO<sub>2</sub>.

**FIGURA 13**



**Figura 13:** Analizador de gases en sangre ABL90 FLEX de Radiometer ®.

Fuente: Sitio Web Radiometer (2020). (91)

- **Tipo de alumbramiento:** Se realizó alumbramiento espontáneo o dirigido. Por protocolo del hospital se administran 5 unidades de oxitocina en bolo intravenoso en el momento de la salida del hombro anterior en el momento del parto, como medida de prevención de la hemorragia posparto. Esta acción fue considerada como alumbramiento dirigido. Si no se administraba esta cantidad de oxitocina, bien por deseo materno, bien por que la persona que asistía el parto no lo consideró oportuno, se especificó que se trataba de un alumbramiento espontáneo.
- **Hora del nacimiento:** Para este estudio se considera hora de nacimiento cuando la criatura, en su totalidad, ha salido del cuerpo materno. Se registró la hora de nacimiento, como la hora marcada por el reloj del pulsioxímetro Pulsi CO-Oximeter Radical 7®.
- **Tiempo hasta la primera medición de PO:** El tiempo hasta la primera medición de SpO<sub>2</sub> y FC se determinó calculando la diferencia entre la hora de nacimiento y la primera hora registrada de medición de PO.
- **Puntuación del test de Apgar:** El test de Apgar (*Tabla 5*) se realizó en los minutos 1, 5 y 10 tras el nacimiento. La señal acústica emitida por la cuna térmica giraffe®, accionada tras el nacimiento a modo de cronómetro, fue la señal percibida por la persona que asistía el parto para la realización de dicho test.

**TABLA 5**

	0	1	2
<b>Actividad cardíaca</b>	Ausencia de FC	FC < 100 lpm	FC > 100 lpm
<b>Respiración</b>	No respira	Suave o irregular	Fuerte
<b>Reflejos</b>	Ausencia de respuesta a estímulos	Muecas, llanto sin fuerza	Llanto fuerte, tos o estornudos
<b>Tono muscular</b>	Músculos flácidos	Algunos movimientos	Movimientos activos
<b>Color</b>	Cianosis	Acrocianosis	Cuerpo rosado

*Tabla 5: Test de Apgar. Fuente: Elaboración propia a partir de Apgar (1953) (65).*

- **Peso al nacimiento:** El peso se registró en gramos, medido con una báscula Seca ® Modelo 334. Nunca se interrumpió el contacto piel con piel durante los primeros 10 minutos tras el nacimiento para proceder al pesado del recién nacido. Así, se pesó al neonato justo antes de que la madre y el bebé subieran a la habitación.

**FIGURA 14**



*Figura 14: Báscula electrónica Seca 334 ®. Fuente: Sitio Web de Seca ®. (92).*

En todos los casos se anotó el número de historia clínica de la madre y del recién nacido/a para, en caso de no poder acceder o recuperar alguno de los

datos necesarios en el momento, poder revisar su historia clínica para poder obtenerlos.

#### 4.4 PROTOCOLO PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS

Inmediatamente después del nacimiento (considerado como la salida de la totalidad del cuerpo del bebé al exterior), se iniciaba el reloj temporizador de Apgar de la cuna (Cuna térmica Giraffe®, GE Healthcare). La hora de nacimiento se miró en el reloj incorporado al pulsioxímetro (Pulsi CO-Oximeter Radical 7®, Masimo, California, USA), que se encontraba encendido en el momento de la salida del bebé, pero sin conectar el sensor de pulsioximetría [Masimo® SET Masimo M-LNCS Neo (Low Noise Cabled Sensor)].

Tras el nacimiento, los bebés eran colocados sobre el pecho de su madre, en posición decúbito prono, para iniciar el contacto precoz piel con piel. Nada más nacer, durante la transición, se colocaron sábanas calientes y un gorro para evitar y prevenir la pérdida de calor. En caso necesario, se procedió a estimulación táctil, si el equipo que asistía el parto así lo consideró.

Lo antes posible, se procedió al secado de la mano o muñeca derecha del bebé recién nacido, y se colocó el sensor de pulsioximetría. Para obtener de la forma más rápida posible valores fiables de SpO<sub>2</sub> y FC preductales, una vez el sensor estaba colocado en la mano o muñeca derecha, se conectaba al oxímetro (Pulsi CO-Oximeter Radical 7®, Masimo, California, USA). Esta forma de proceder de no conectar el sensor al pulsioxímetro hasta que este esté colocado

correctamente, ha sido descrita en la literatura como la forma más rápida de obtener valores de SpO<sub>2</sub> y FC fiables (93)(69)(94).

El cordón umbilical no se pinzó hasta al menos 60 segundos después de la expulsión de todo el cuerpo. El reloj temporizador de la cuna térmica realiza un sonido cuando han pasado 60 segundos (con motivo de realizar el test de Apgar al minuto). Las matronas que asistían al parto, eran conocedoras de que se estaba realizando la recogida de datos, por lo que no pinzaron el cordón hasta, como mínimo, escuchar el sonido emitido por la cuna térmica que indica que han transcurrido al menos 60 segundos y que así el recién nacido hubiera recibido al menos minuto de PTC.

#### **FIGURA 15**



**Figura 15:** Madre y recién nacido en contacto piel con piel tras el nacimiento, con el sensor colocado en la muñeca derecha conectado al Pulsioxímetro. Fuente: Archivo personal de la autora.

Asimismo, cabe mencionar que las matronas, pediatras y/o ginecólogos/as que asistieron los partos de las madres y recién nacidos que participaron en el estudio, no formaban parte del equipo investigador. Esto es, los responsables del estudio y que estaban en el paritorio para la recogida de datos, no

intervinieron en las decisiones clínicas. Por lo que si la matrona, pediatra y/o ginecólogo en el momento del parto consideró que no se podía realizar CPP y/o PTC, porque el recién nacido debida ser valorado en la cuna térmica, el equipo investigador no interfería en sus decisiones. Además, se silenciaron las alarmas para evitar influir en la toma de decisiones del personal que asistía el parto.

El sensor conectado al pulsioxímetro se mantuvo durante, al menos, los 30 primeros minutos de vida después del nacimiento.

## **4.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

### **4.5.1 CÁLCULO DEL TAMAÑO MUESTRAL**

Teniendo en cuenta el objetivo principal (la estimación de los valores de referencia mediante el cálculo de los distintos percentiles: 3, 5, 10, 25, 50, 75, 90, 95, 97), se realizó una estimación mediante simulación de Monte Carlo (95) del tamaño muestral necesario para alcanzar una precisión mínima de  $\pm 2.5$  unidades en la determinación de los percentiles extremos 3 y 97, que son los más imprecisos y, por tanto, los que tienen un mayor requerimiento de tamaño muestral. Los resultados de la simulación estiman un tamaño de la muestra necesario de 300 individuos.

### **4.5.2 TRATAMIENTO DE LOS DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Los datos se descargaron en una hoja de cálculo Excel (Microsoft, Washington, EE. UU.). Los datos de SpO<sub>2</sub> y FC se almacenaron y procesaron solo cuando se determinó que la señal era de buena calidad y los mensajes de

alarma (baja perfusión, sensor apagado, luz ambiental) estuvieron ausentes. Utilizamos el índice de perfusión (IP) para realizar la limpieza de datos. Cuando el IP era  $<1,24$ , se borraron los datos (96). Otra hoja de cálculo fue especialmente diseñada para incluir otros datos descriptivos del bebé, la madre y el parto.

Los datos se resumieron como media (desviación estándar) y mediana (1° y 3° cuartil) en el caso de variables continuas, y frecuencias relativas y absolutas en el caso de variables categóricas. El análisis estadístico se dividió en dos partes. En primer lugar, los percentiles SpO<sub>2</sub> y FC se calcularon por mínimos cuadrados generalizados (97) regression from *rms* R package (v5.4-1)(98). Se introdujeron en el modelo variables influyentes como la edad gestacional, el sexo, la analgesia, el inicio (espontáneo / inducido) y el tipo de parto (eutócico / instrumentado).

Para corregir la no independencia de las observaciones, se incluyó la estructura de correlación dentro del grupo. Los valores de SpO<sub>2</sub> de 100 se cambiaron a 99.9 y luego todos los valores de SpO<sub>2</sub> se dividieron por 100, de modo que se pudiera aplicar una transformación *logit*. Las relaciones no lineales entre el tiempo (minutos) y las diferentes variables de respuesta se permitieron mediante splines naturales. Los percentiles se calcularon en función de la función cuantil para la distribución normal estándar. El error estándar residual estimado de cada modelo se multiplicó por el valor de una distribución normal estándar correspondiente al cuantil requerido y se agregó a la media pronosticada.

Los valores del percentil Logit SpO<sub>2</sub> se transformaron de nuevo para representar los resultados. En segundo lugar, para comparar los percentiles de Dawson et al (82)(81), seguimos la misma metodología que llevó a cabo, el coeficiente de variación de la asimetría media (LMS), descrito por Cole y Green (99) y se ajustaron utilizando el paquete gamlss R (v5.1-6) (99). Todos los análisis estadísticos se realizaron con R (v3.6.1).

Para alcanzar los objetivos secundarios que pretenden determinar si hay relaciones entre diferentes variables clínicas del parto (como el uso de analgesia o la realización de episiotomía) con los valores de SpO<sub>2</sub> y la FC, se ajustaron dos modelos de regresión lineal mixta multivariable, introduciendo los individuos como factor aleatorio y el tiempo como pendiente aleatoria.

Para hacer estos modelos, los valores de SpO<sub>2</sub> se transformaron mediante la transformación logit como se había hecho previamente. Se consideró una relación estadísticamente significativa cuando el p valor fue < 0,05.

#### **4.6 CONSIDERACIONES ÉTICAS.**

El proyecto de tesis obtuvo un informe favorable y la aprobación del Comité de Ética de la Investigación con Medicamentos (CEIm) del Hospital Universitario y politécnico La Fe a fecha del 25 de julio de 2018 (**Ver anexo II**).

Cuando la mujer ingresaba en el paritorio, si cumplía los criterios de inclusión se le invitaba a participar en la investigación. Para ello, se le proporcionaba la

hoja de información al paciente (**Ver anexo III**) y un miembro del equipo investigador estaba a su disposición para resolver todas aquellas dudas y preguntas que surgieran al respecto.

Si aceptaban participar, se obtuvo el consentimiento informado por escrito tanto de la propia madre, como del representante legal del recién nacido (**Ver anexos IV y V**). Siempre se obtuvo el consentimiento informado previo al inicio de recogida de datos del estudio.



---

# RESULTADOS



## 5 RESULTADOS

### 5.2 PARTICIPANTES DEL ESTUDIO

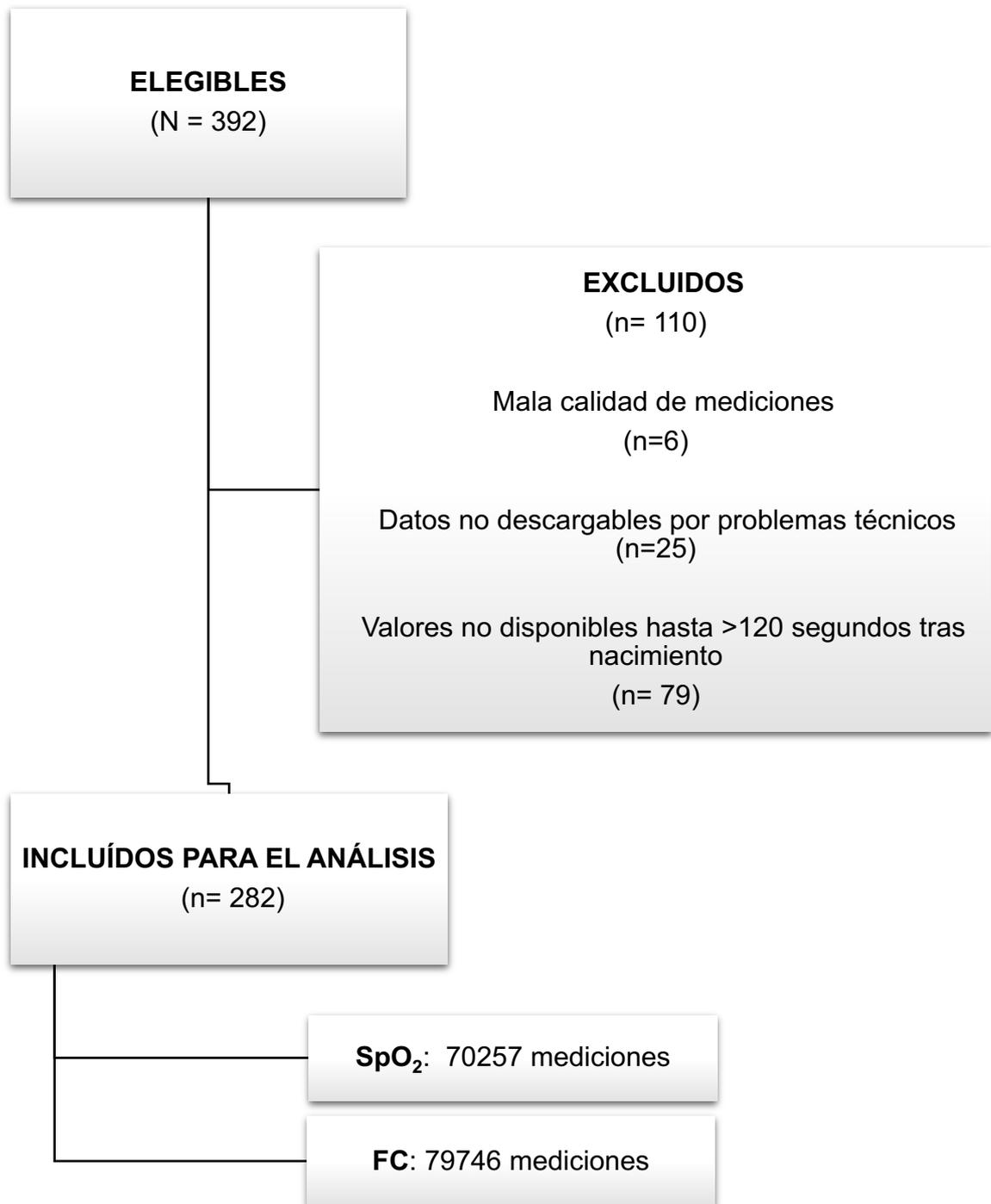
Un total de 392 neonatos que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión. De este modo, se inició la recogida de datos en todos ellos. No obstante, de los 392 recién nacidos de los cuales se obtuvieron datos, se excluyó a 110 para el análisis.

En 6 ocasiones la señal que ofrecía el pulsioxímetro era de mala calidad (con un IP < 1,24). En 25 ocasiones los registros no pudieron ser descargados por problemas técnicos o no quedaron grabados la memoria del pulsioxímetro y fue imposible recuperarlos.

En 79 ocasiones, valores fiables de SpO<sub>2</sub> y/o FC no estuvieron disponibles hasta más de 2 minutos tras el parto. Por lo tanto, el conjunto de datos final incluyó a 282 neonatos de los cuales se obtuvieron 70.257 medidas de SpO<sub>2</sub> y 79.746 medidas de FC.

El diagrama de flujo del reclutamiento se muestra en la **Figura 16**.

**FIGURA 16**



*Figura 16: Diagrama de flujo y reclutamiento. Fuente: elaboración propia.*

### 5.3 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Las mujeres que fueron incluidas para el análisis tuvieron una mediana de 31 años. Era el primer parto para cerca del 43% de ellas. En la mayoría se inició el trabajo de parto de forma espontánea, sólo un 37% fue parto inducido.

Un 94% de los partos fueron eutócicos, atendidos por matronas y/o ginecólogos, pero que no precisaron de instrumentación alguna. A pesar de ello, se practicó la episiotomía, para facilitar la salida de la cabeza durante el periodo de expulsivo a un 27% de ellas.

Un pequeño porcentaje de los partos incluidos en la muestra finalizaron con la ayuda de un instrumento y fueron, por tanto, atendidos por un ginecólogo/a. Estos instrumentos fueron fórceps (2%), ventosa obstétrica (5%). No obstante, estos partos instrumentados fueron incluidos, a pesar de desviarse de la normalidad, porque el motivo de su realización no fue riesgo de pérdida de bienestar fetal, sino indicaciones como expulsivo prolongado o acortamiento del expulsivo. En ninguno de ellos hubo señales que hicieran sospechar de pérdida de bienestar fetal, como hubiera sido el caso de un registro cardiotocográfico poco o no tranquilizador o un ph patológico de calota fetal.

La gran mayoría, sobre del 82%, hizo uso de la analgesia epidural como método de alivio del dolor durante el parto. Del 18% que no hizo uso de la analgesia epidural durante el trabajo de parto, un 7% utilizó como método alternativo el óxido nitroso.

Todos los neonatos fueron a término (de  $\geq 37$  semanas de gestación), con una mediana de edad gestacional de 40 semanas. El peso fue de media de 3306 gr. La distribución por sexos fue equitativa, ya que cerca del 55% de la muestra fueron mujeres. Tanto al minuto como a los 5 minutos, todas las puntuaciones del test de Apgar fueron  $\geq 7$ ), siendo en ambos tiempos una mediana de puntuación de 10.

El 14% tuvo un líquido amniótico catalogado como meconial. El resto fue líquido amniótico claro. Respecto al alumbramiento, fue la mayoría de las veces dirigido (85%).

Cabe destacar que -de media- se tardaron 110 segundos en pinzar el cordón. Por tanto, todos los recién nacidos recibieron como mínimo 60 segundos de pinzamiento tardío de cordón.

Se tardó una media de 62 segundos en alcanzar valores de pulsioximetría fiables, a partir de ese tiempo los datos recogidos fueron considerados confiables para nuestro estudio.

La **tabla 6** resume las características tanto de las madres, el proceso del parto y la descripción de los recién nacidos. En la **tabla 7**, se detallan las mediciones de ph tanto arterial como venoso de todos los RN.

**TABLA 6**

<b>Características</b>	<b>N = 282</b>
Edad gestacional, mediana (rango), semanas	40 (37 - 41)
Sexo femenino, n (%)	153 (54.26%)
Peso al nacimiento, media $\pm$ SD*, gramos	3306 $\pm$ 412
Tiempo de PTC, media $\pm$ SD, segundos	110 $\pm$ 62
Edad materna, mediana (IQR**), años	31 (28, 35)
Inicio espontáneo del trabajo de parto, n (%)	179 (63.48%)
Episiotomía, n (%)	76 (26.95%)
Analgesia epidural, n (%)	232 (82.27%)
Parto instrumentado, n (%)	18 (6.38%)
Primer embarazo	121 (42.91%)
Puntuación Apgar al minuto 1, mediana (IQR)	10 (7-10)
Puntuación Apgar al minuto 5, mediana (IQR)	10 (8-10)
Tiempo hasta la primera PO***, mediana (IQR) , segundos	62 (10-118)

\*SD=Desviación estándar; \*\*IQR= rango intercuartílico; \*\*\*PO= pulsioximetría

**Tabla 6:** Características perinatales de las madres, recién nacidos y el parto incluidos el estudio. Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 7**

		<b>Media (DS)</b>	<b>Mediana (IQR)</b>
<b>Arteria Umbilical</b>	Ph	7.24 (0.07)	7.24 (7.2, 7.29)
	PO <sub>2</sub>	19.95 (8.76)	18.55 (14.1, 24.48)
	PCO <sub>2</sub>	56.31 (10.44)	56.2 (49.8, 62.58)
	Exceso de Bases	-3.42 (3.26)	-3.2 (-5.05, -1.4)
	HCO <sub>3</sub>	24.39 (2.34)	24.45 (22.8, 26.1)
<b>Vena Umbilical</b>	Ph	7.33 (0.07)	7.33 (7.29, 7.37)
	PO <sub>2</sub>	25.75 (8.18)	25.9 (21.4, 30.4)
	PCO <sub>2</sub>	44.13 (8.93)	43.15 (39.08, 48.03)
	Exceso de Bases	-3.13 (4.61)	-2.8 (-4.3, -1.4)
	HCO <sub>3</sub>	23.07 (1.98)	23.1 (21.8, 24.3)

*Tabla 7: Valores de gasometría umbilical arterial y venosa. Fuente: Elaboración propia.*

#### **5.4 VALORES DE SPO<sub>2</sub> EN RECIÉN NACIDOS POR PARTO VAGINAL DURANTE LOS PRIMEROS 10 MINUTOS TRAS EL NACIMIENTO CON PTC Y CPP.**

Las **tablas 8 y 9** representan los valores de SpO<sub>2</sub> durante los 10 primeros minutos de vida tras el nacimiento en RN con PTC y CPP desde el nacimiento. Los valores de SpO<sub>2</sub> durante el primer minuto fueron de media 79 (IC 95%: 45-95) y mediana (IRQ) de 77% (68-85). A los 5 minutos los valores fueron de media 95 (IC 95%: 80 - 99) y mediana (IRQ) de 94 (90-96). A los 10 minutos, los valores fueron de media 97 (IC 95%: 88-99) y mediana (rango intercuartílico o IRQ) de 96 (93-98).

**TABLA 8**

Minutos tras el parto	SpO <sub>2</sub> , %	
	Mediana	IQR*
1	77	68- 85
2	83	74-91
3	90	82-95
4	92	88-96
5	94	90-96
6	95	91-97
7	95	92-97
8	95	92-98
9	96	94-98
10	96	93-98

**Tabla 8:** Valores de SpO<sub>2</sub> durante los 10 primeros minutos de vida expresados en Mediana y rango intercuartílico. Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 9**

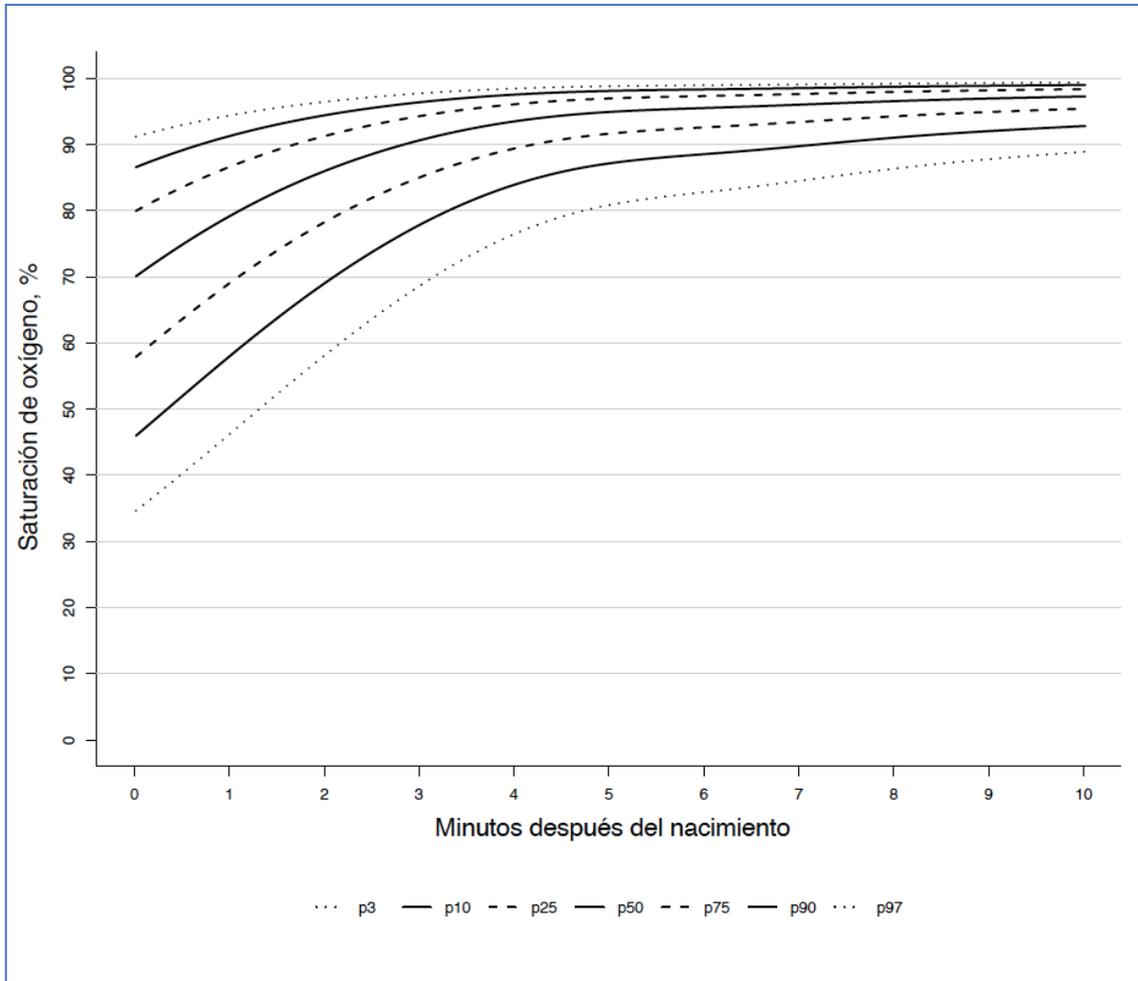
Minutos tras el parto	SpO <sub>2</sub> , %	
	Media	IC 95%*
1	79	[45 - 95]
2	86	[57 - 97]
3	91	[67 - 98]
4	93	[75 - 98]
5	95	[80 - 99]
6	95	[82 - 99]
7	96	[84 - 99]
8	96	[85 - 99]
9	97	[87 - 99]
10	97	[88 - 99]

*Tabla 9: Valores de SpO<sub>2</sub> durante los 10 primeros minutos de vida expresados en Media (DS). Fuente: Elaboración propia*

#### 5.4.1 REPRESENTACIÓN GRÁFICA Y DESCRIPCIÓN DE LOS PERCENTILES DE SPO<sub>2</sub> EN RN POR PARTO VAGINAL CON PTC Y CPP.

A continuación, se representan gráficamente los percentiles 3, 10, 25, 50, 75, 90 y 97 de SpO<sub>2</sub> de 282 neonatos nacidos por parto vaginal con pinzamiento

tardío de cordón de al menos 60 segundos y contacto piel con piel desde el nacimiento. Esta representación se realiza en la **figura 17**.



**FIGURA 17**

**Figura 17:** Gráfica de los percentiles 3, 10, 25, 50, 75, 90 y 97 de SpO<sub>2</sub> de 282 neonatos nacidos por parto vaginal con pinzamiento tardío de cordón de al menos 60 segundos y contacto piel con piel desde el nacimiento. Fuente: elaboración propia.

La gráfica de la figura 17 muestra en el eje de ordenadas la  $SpO_2$ , expresada en %, y en el eje de abscisas el tiempo transcurrido desde el nacimiento, expresado en minutos (considerado como la salida completa del cuerpo materno). Las diferentes líneas, continuas y discontinuas representan cada uno de los percentiles, tal y como se ejemplifica en la leyenda de la figura.

Del minuto 0 hasta que pasan los primeros 60 segundos tras el parto o minuto 1, la gráfica representa a 120 neonatos. A partir el minuto 1 hasta el 2 y en adelante, la gráfica representa al total de los recién nacidos incluidos, es decir, los 282 neonatos.

En la gráfica se observa como progresivamente van aumentando los valores de  $SpO_2$  desde el nacimiento, hasta alcanzar valores cercanos a 90% de  $SpO_2$  tras 10 minutos de vida.

Al minuto, los percentiles más extremos, el 3 y el 97, muestran valores de 45% y 97%, respectivamente. A los 5 minutos de 74% y 100% y a los 10 minutos de 85% y 100%, respectivamente.

Todos los valores numéricos de los percentiles 3, 10, 25, 50, 75, 90, 97 están detallados en la **tabla 10**, desde el minuto 1 tras el nacimiento hasta el 10.

**TABLA 10**

Minutos tras el parto	Percentiles de SpO <sub>2</sub> , %						
	3 °	10°	25°	50°	75°	90°	97 °
1	45	58	68	77	85	92	97
2	55	66	74	83	91	97	99
3	63	75	82	90	95	98	100
4	72	81	88	92	96	98	100
5	74	85	90	94	96	98	100
6	80	86	91	95	97	99	100
7	81	88	92	95	97	99	100
8	83	88	92	95	98	99	100
9	84	90	94	96	98	99	100
10	85	89	93	96	98	99	100

**Tabla 10.** Valores numéricos de los percentiles de SpO<sub>2</sub> (%) durante los 10 primeros minutos de vida en neonatos a término nacidos por parto vaginal con PTC y CPP desde el nacimiento. Fuente: elaboración propia.

## 5.5 VALORES DE FC EN RECIÉN NACIDOS POR PARTO VAGINAL DURANTE LOS PRIMEROS 10 MINUTOS TRAS EL NACIMIENTO CON PTC Y CPP.

Las **tablas 11 y 12** representa los valores de FC durante los 10 primeros minutos de vida tras el nacimiento en RN con PTC y CPP desde el nacimiento. Los valores de FC durante el primer minuto fueron de media 148 (IC 95% 126-129) y mediana de 148 lpm (IQR: 84-170). A los 5 minutos los valores fueron de media 155 (IC 95% 150-153) y mediana (IQR) de 155 lpm (143- 167). A los 10 minutos, los valores fueron de media 151 (IC 95% 149-143) y mediana (IQR) de 151 lpm (142-161).

Minutos tras el parto	FC, lpm	
	Mediana	IQR *
1	148	84-170
2	154	124-169
3	157	143-170
4	158	144-170
5	155	143-167
6	152	141-168
7	153	142-163
8	152	140-164
9	152	142-161
10	151	142-161

**TABLA 11**

**Tabla 11:** Valores de FC (latidos por minuto) durante los 10 primeros minutos de vida expresados en Mediana y rango intercuartílico. Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 12**

Minutos tras el parto	FC, lpm*	
	Media	IC** 95%
1	148	126 – 129
2	154	139 – 142
3	157	148 - 151
4	158	150 -153
5	155	150 -153
6	152	149 – 152
7	153	149 – 152
8	152	150 – 153
9	152	150 - 153
10	151	149 - 153

**Tabla 12:** Valores de FC durante los 10 primeros minutos de vida expresados en Media con un intervalo de confianza del 95%. Fuente: Elaboración propia.

### 5.5.1 REPRESENTACIÓN GRÁFICA Y DESCRIPCIÓN DE LOS PERCENTILES DE FC EN RN POR PARTO VAGINAL CON PTC Y CPP

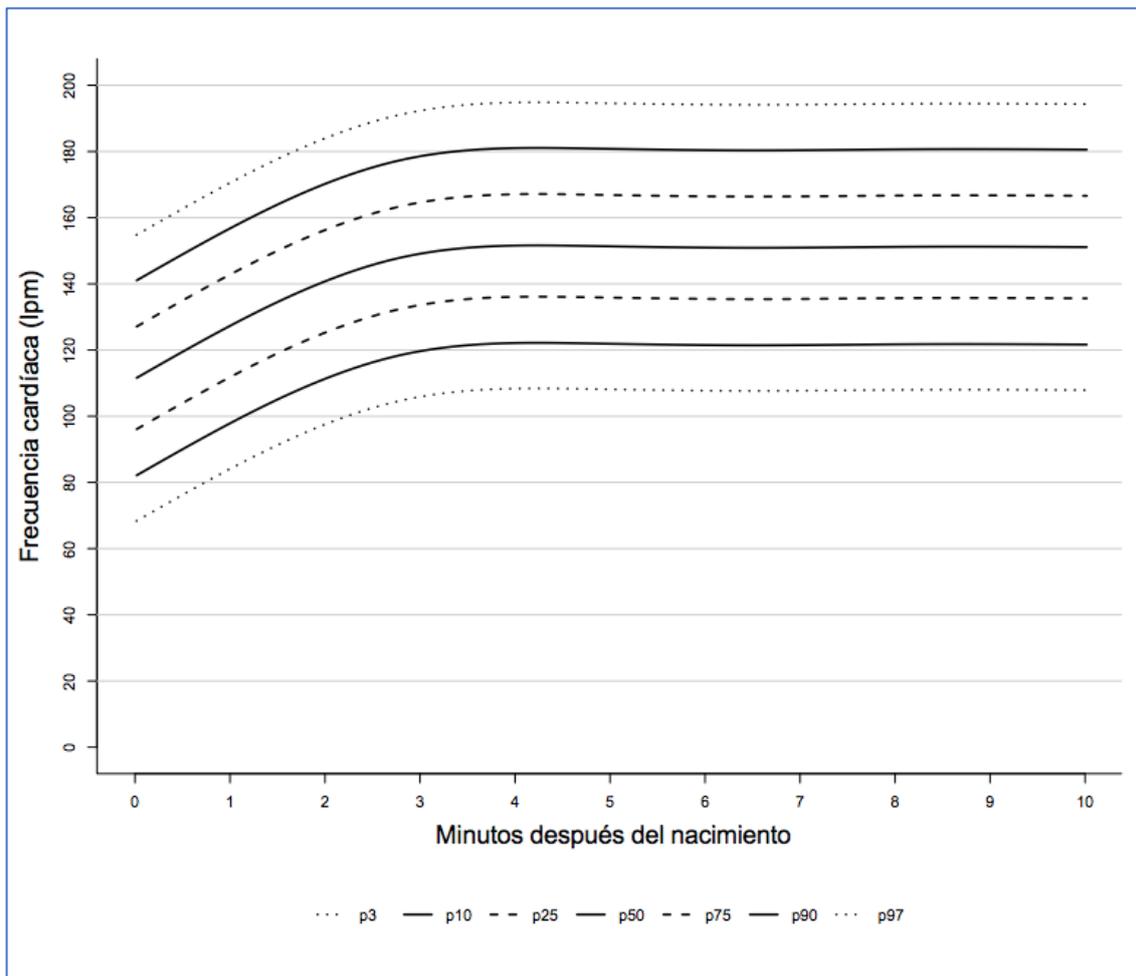
A continuación, se representan gráficamente los percentiles 3, 10, 25, 50, 75, 90 y 97 de FC de 282 neonatos nacidos por parto vaginal con pinzamiento tardío de cordón de al menos 60 segundos y contacto piel con piel desde el nacimiento. Esta representación se realiza en la **figura 18**.

La gráfica muestra en el eje de ordenadas la FC, expresada en latidos por minuto (lpm) y en el eje de abscisas el tiempo transcurrido desde el nacimiento, expresado en minutos (considerado el minuto cero como la salida completa del cuerpo materno). Las diferentes líneas, continuas y discontinuas representan cada uno de los percentiles, tal y como se ejemplifica en la leyenda de la figura.

En lo que respecta a valores de FC, desde el minuto 0 hasta el primer minuto tras el parto o minuto 1, la gráfica representa a 120 neonatos. A partir el minuto 1 hasta el 2 y en adelante, la gráfica representa al total de los RN incluidos, los 282 neonatos.

En la gráfica se puede observar cómo los valores de FC se van estabilizando durante la transición y muestran un aumento rápido. Sobre todo, es más evidente este ascenso pronunciado durante los primeros 2 y 3 minutos de vida. A partir de entonces, los valores de FC se estabilizan, alcanzando y manteniendo valores mayores a 100 lpm en todos los casos. Incluidos los percentiles más extremos, como son el percentil 3 y el 10.

**FIGURA 18**



**Figura 18:** Los percentiles 3, 10, 25, 50, 75, 90 y 97 de FC de 282 neonatos nacidos por parto vaginal con pinzamiento tardío de cordón de al menos 60 segundos y contacto piel con piel desde el nacimiento. Fuente: Elaboración propia.

Al minuto, los percentiles más extremos, el 3 y el 97, muestran valores de 45 lpm y 188 lpm, respectivamente. A los 5 minutos de 82 lpm y 193 lpm; y a los 10 minutos de 92 lpm y 190 lpm, respectivamente. Todos los valores numéricos de los percentiles 3, 10, 25, 50, 75, 90 y 97 están detallados en la **tabla 13**, desde el minuto 1 hasta el 10 tras el nacimiento.

**TABLA 13**

Minutos después del parto	Percentiles de FC, lpm						
	3 °	10°	25°	50°	75°	90°	97 °
1	45	57	84	148	170	181	188
2	52	63	124	154	169	183	190
3	46	119	143	157	170	179	193
4	66	126	144	158	170	182	196
5	82	131	143	155	167	182	193
6	73	128	141	152	168	179	192
7	114	132	142	153	163	177	191
8	107	131	140	152	164	176	187
9	122	134	142	152	161	173	188
10	92	132	142	151	161	174	190

**Tabla 13.** Valores numéricos de los percentiles de FC (lpm) durante los 10 primeros minutos de vida en neonatos a término nacidos por parto vaginal con PTC y CPP desde el nacimiento. Fuente: Elaboración propia.

## 5.6 COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE SPO2 EN RN CON PTC Y CPP CON LOS RANGOS DE REFERENCIA ACTUALES.

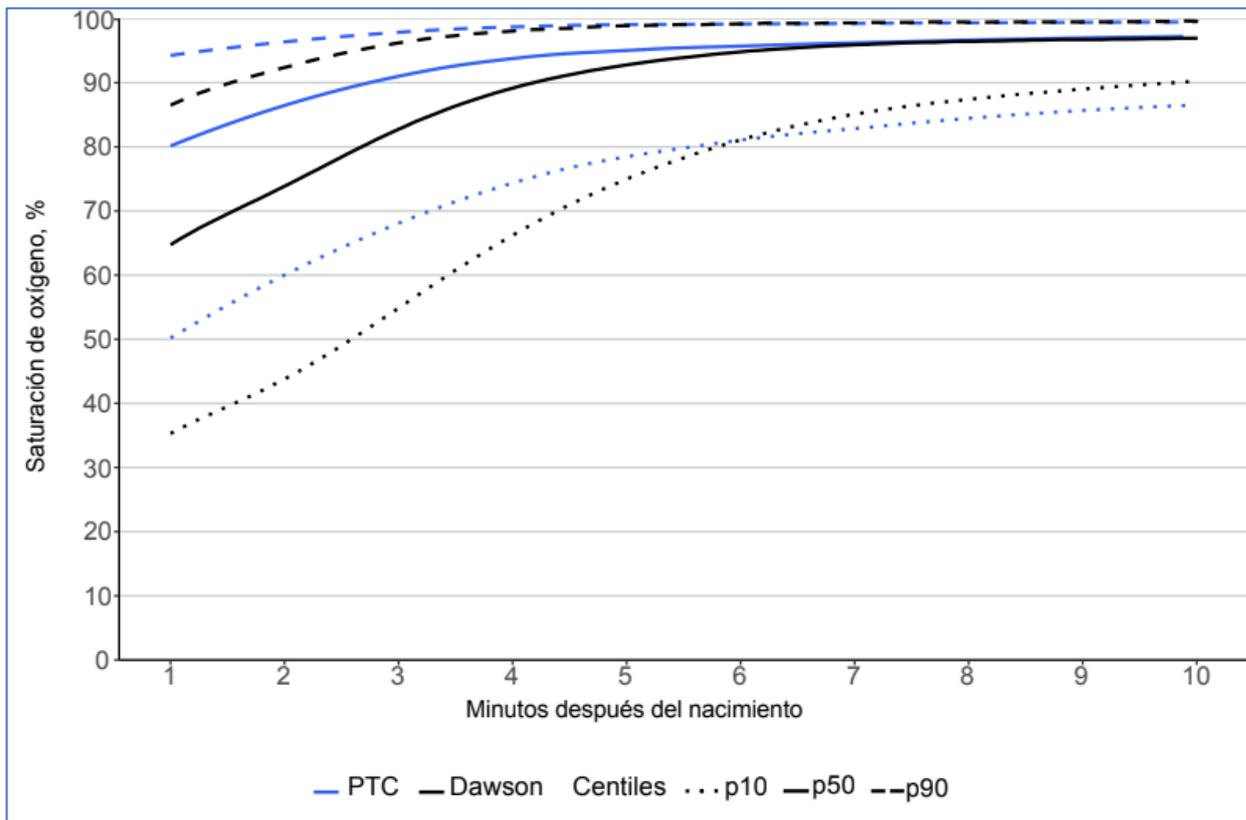
A continuación, en la **figura 19** se detalla la comparación entre los valores de SpO<sub>2</sub> en RN con PTC y CPP desde el nacimiento, con los rangos de referencia actuales hasta el momento publicados por Dawson et al (2010) (81). En ella se

representan gráficamente superpuestos con los percentiles 10, 50 y 90 de SpO<sub>2</sub> de los rangos de referencia de Dawson y nuestra cohorte (PTC). Cabe destacar que en el trabajo de Dawson no se tuvo en cuenta el momento en el que se pinzaba el cordón umbilical, tiempo que se desconoce y no se detalla en la publicación citada.

Los valores de la muestra de Dawson están representados en color negro, mientras que los valores obtenidos en este estudio están representados en color azul mediante el alias de PTC.

Se puede observar como en los tres percentiles representados: el 10, el 50 y el 90; los valores que se obtienen en este estudio con recién nacidos con PTC son mayores que los obtenidos por Dawson durante los 5 primeros minutos tras el nacimiento. A partir del 6º minuto de vida, los valores de los percentiles 50 y 90 prácticamente se igualan, mientras que en el percentil 10, se invierten y pasan a estar ligeramente superior los valores mostrados por Dawson que los de esta cohorte de PTC.

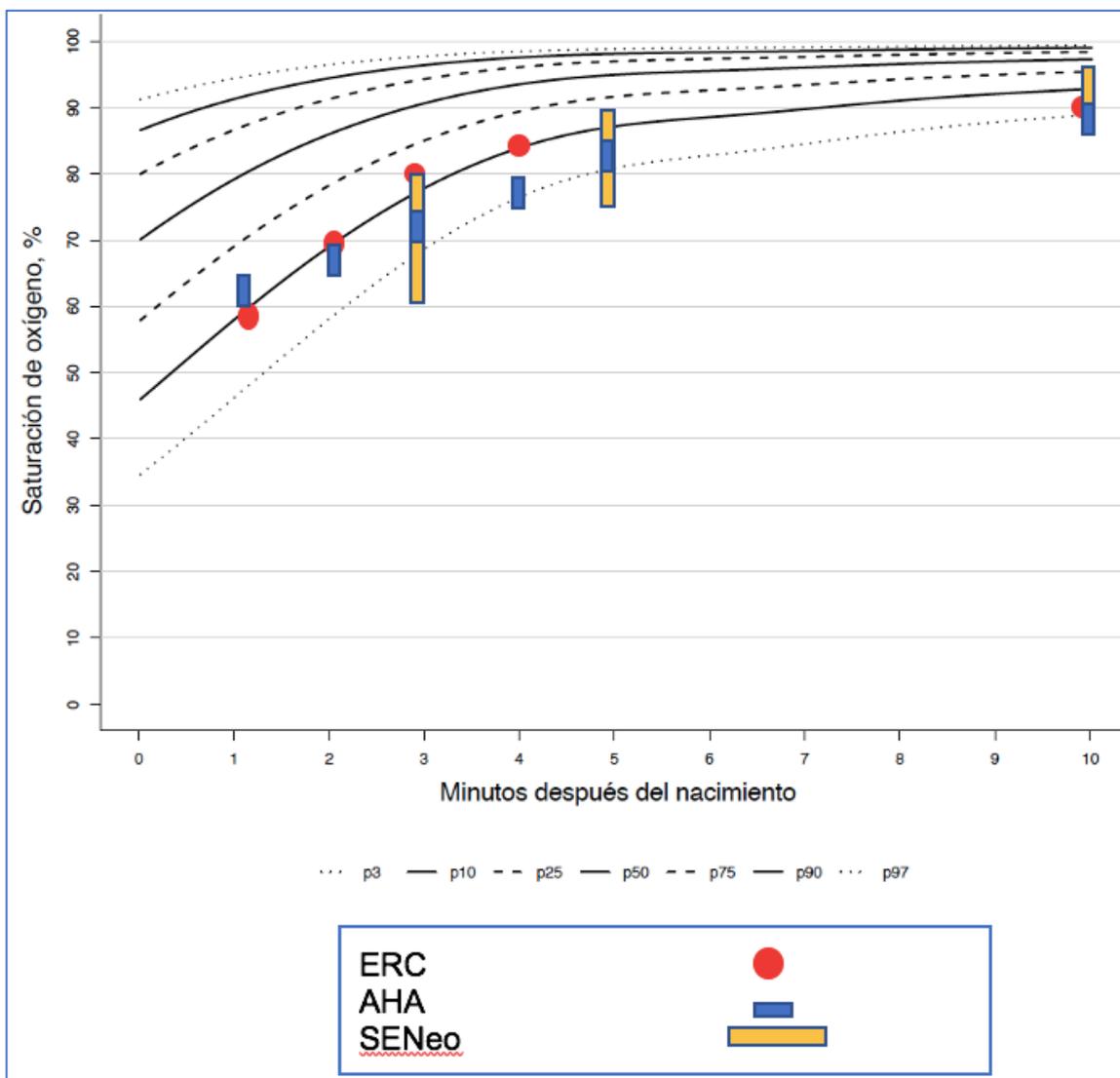
**FIGURA 19**



**Figura 19.** Gráfica de los percentiles 10º, 50º y 90º de SpO<sub>2</sub> de neonatos nacidos por parto vaginal con pinzamiento tardío de cordón de al menos 60 segundos y contacto piel con piel desde el nacimiento comparados y superpuestos con los mismos percentiles de la muestra obtenida por Dawson et al (2010). Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, en la **figura 20** se comparan los valores de SpO<sub>2</sub> obtenidos en esta muestra con los objetivos recomendados o rangos diana a conseguir de SpO<sub>2</sub> durante la transición de un neonato de diferentes sociedades científicas: Europea (100) (*European Resuscitation Council o ERC*), la Americana (101) (*American Heart Association o AHA*) y la Española (102) o SEN.

**FIGURA 20**



**Figura 20.** Gráfica de los percentiles SpO<sub>2</sub> de 282 neonatos nacidos por parto vaginal con pinzamiento tardío de cordón de al menos 60 segundos y contacto piel con piel). Superpuestos en colores los de la AHA, ERC, SEN. Fuente: Elaboración propia a partir de las guías de reanimación neonatal Europea (100), Americana (101) y Española (102).

La **tabla 14** muestra la mediana (IQR) de SpO<sub>2</sub> en los primeros 10 minutos después del nacimiento en comparación con el grupo específico de parto vaginal de Dawson. Esta parte de la cohorte de Dawson estuvo compuesta por 246

neonatos nacidos exclusivamente por parto vaginal. No obstante, también incluía RN prematuros.

Durante los 5 primeros minutos de vida, la comparación entre los datos de Dawson de parto vaginal y nuestra cohorte muestra valores que son significativamente distintos (p valor <0,05). Concretamente, son valores más altos en los datos obtenidos en nuestra muestra con PTC y CPP.

**TABLA 14**

<b>SpO<sub>2</sub>, Mediana (IQR), %</b>			<b>P valor</b>
<b>Minutos tras el parto</b>	<b>PTC (n=282) Mediana (IQR)</b>	<b>Dawson Parto Vaginal (n= 246) Mediana (IQR)</b>	
<b>1</b>	77 (68- 85)	67 (62-76)	
<b>2</b>	83 (74-91)	71 (60-78)	<0.001
<b>3</b>	90 (82-95)	80 (68-89)	<0.001
<b>4</b>	92 (88-96)	86 (78-94)	<0.001
<b>5</b>	94 (90-96)	92 (83-96)	0.04
<b>6</b>	95 (91-97)	94 (87-97)	0.19
<b>7</b>	95 (92-97)	95 (90-97)	0.21
<b>8</b>	95 (92-98)	96 (92-98)	0.45
<b>9</b>	96 (94-98)	96 (93-97)	0.30
<b>10</b>	96 (93-98)	96 (93-98)	0.23

PTC: Pinzamiento tardío de cordón. IQR: Rango intercuartílico.

**Tabla 14:** Saturación de oxígeno preductal ( $SpO_2$ ), mediana y rango intercuartílico (IQR) del 1º al 10º minuto de vida tras el Nacimiento para nuestra cohorte (PTC) y la cohorte de Dawson exclusivamente nacidos por parto vaginal. Fuente: elaboración propia y a partir de datos publicados por Dawson et al (2010). (81)

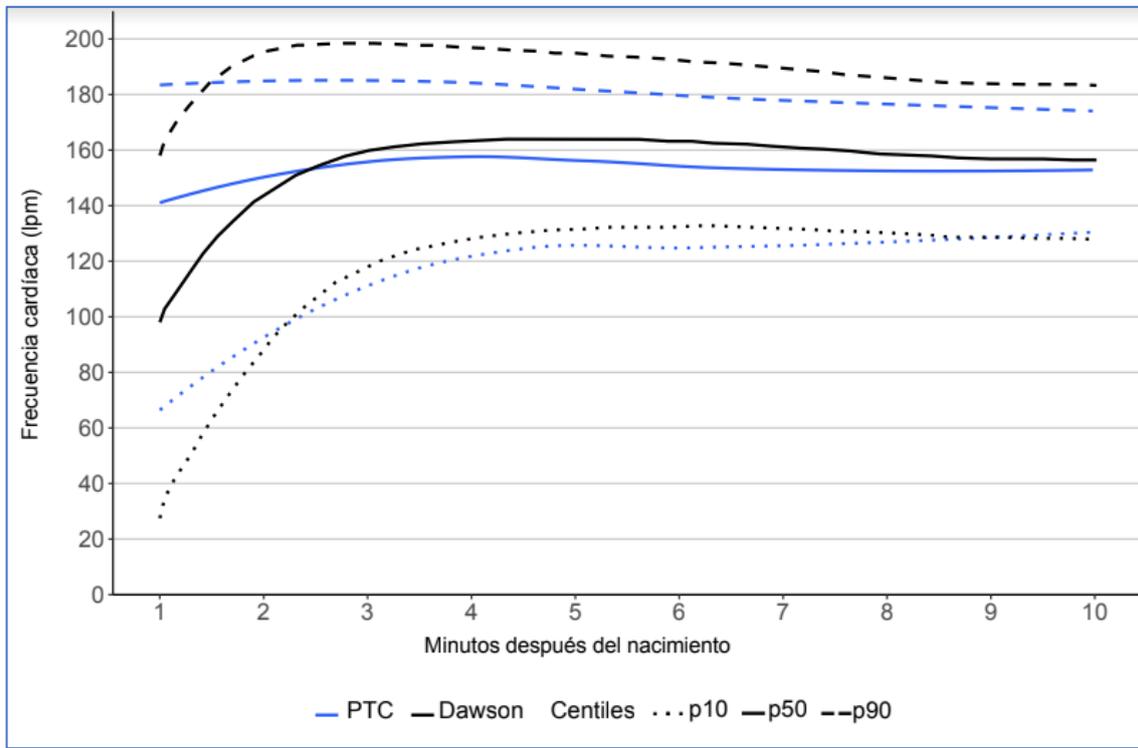
## **5.7 COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE FC EN RN CON PTC Y CPP CON LOS RANGOS DE REFERENCIA ACTUALES.**

En la **figura 21** se detalla la comparación entre los valores de FC en RN con PTC y CPP desde el nacimiento, con los rangos de referencia actuales hasta el momento publicados por Dawson et al (2010) (82). En ella se representan gráficamente superpuestos con los percentiles 10, 50 y 90 de FC de los rangos de referencia de Dawson y nuestra cohorte (PTC). Tenemos que recordar de nuevo que en el trabajo de Dawson no se tuvo en cuenta el momento en el que se pinzaba el cordón umbilical, tiempo que se desconoce y no se detalla en la publicación citada.

Los valores de la muestra de Dawson están representados en color negro, mientras que los valores obtenidos en este estudio están representados en color azul mediante el alias de PTC.

Se puede observar como en los tres percentiles representados: el 10, el 50 y el 90; los valores que se obtienen en este estudio con RN con PTC son mayores que los obtenidos por Dawson durante los 2 primeros minutos tras el nacimiento.

**FIGURA 21**



**Figura 21:** Gráfica de los percentiles 10, 50 y 90 de  $SpO_2$  de 282 neonatos nacidos por parto vaginal con pinzamiento tardío de cordón de al menos 60 segundos y contacto piel con piel desde el nacimiento comparados y superpuestos con los mismos percentiles de la muestra obtenida por Dawson et al (2010). Fuente: Elaboración propia.

La **tabla 15** muestra la mediana (IQR) de FC en los primeros 10 minutos después del nacimiento en comparación con el grupo específico de parto vaginal de Dawson. Esta parte de la cohorte de Dawson estuvo compuesta por 246 neonatos nacidos exclusivamente por parto vaginal. No obstante, también incluía RN prematuros.

En todos los minutos evaluados, es decir, los 10 primeros minutos de vida, la comparación entre los datos de Dawson de parto vaginal y nuestra cohorte muestra valores que son significativamente distintos (p valor <0,05).

**TABLA 15**

FC, Mediana (IQR), lpm			P valor
Minutos tras el parto	PTC (n=282) Mediana (IQR)	Dawson Parto Vaginal (n= 246) Mediana (IQR)	
1	148 (84-170)	99 (66–132)	<0.001
2	154 (124-169)	144 (115–171)	<0.001
3	157 (143-170)	160 (138–180)	<0.001
4	158 (144-170)	163 (145–181)	<0.001
5	155 (143-167)	164 (147–180)	<0.001
6	152 (141-168)	163 (147–179)	<0.001
7	153 (142-163)	162 (146–178)	<0.001
8	152 (140-164)	159 (144–173)	<0.001
9	152 (142-161)	157 (143–172)	<0.001
10	151 (142-161)	157 (142 – 171)	<0.001

FC: frecuencia cardíaca. lpm: latidos por minuto. PTC: Pinzamiento tardío de cordón. IQR: Rango intercuartílico.

**Tabla 15.** Frecuencia cardíaca (FC) mediana y rango intercuartílico del 1º al 10º minuto de vida para nuestra cohorte (PTC) y la cohorte de Dawson para parto Vaginal (82).

## 5.8 INFLUENCIA DE VARIABLES CLÍNICAS DEL PARTO EN LOS VALORES DE SPO<sub>2</sub>

El análisis de regresión lineal mixta multivariable, detallado en la **tabla 16** para determinar la relación entre diferentes variables clínicas y los valores de SpO<sub>2</sub> se detalla a continuación:

- La edad gestacional resulta uno de las principales variables que tiene afectación sobre los valores de SpO<sub>2</sub> en el neonato. Aunque todos los RN incluidos en este estudio fueron de 37 semanas o más, cuanto mayor era la edad gestacional, los resultados muestran valores superiores de SpO<sub>2</sub> (p valor de <0.001).
- No se ha demostrado relación entre los valores de SpO<sub>2</sub> y el tipo de analgesia empleado por las mujeres para el parto. El uso de analgesia epidural no influye de forma significativa en los valores de SpO<sub>2</sub>. Se obtuvo un p valor > 0.05.
- El comienzo del parto, inducido mediante el uso de oxitocina sintética o espontáneo, no se ha demostrado como variable que afecte de forma significativa a los valores de SpO<sub>2</sub>. El p valor fue > 0.05.
- Los niños y las niñas tienen valores de SpO<sub>2</sub> similares, por lo que no se ha demostrado que exista diferencia entre sexos en las cifras de SpO<sub>2</sub> de forma significativa, ya que el p valor fue > 0.05.

- La finalización del parto, eutócico o instrumentado (con ventosa obstétrica o fórceps), mostró influencia en los valores de SpO<sub>2</sub>, existiendo diferencia entre los partos eutócicos y los instrumentados, con valores superiores de SpO<sub>2</sub> de forma significativa en los partos instrumentados. En este caso la cifra del p valor fue <0.05.
- El valor de ph arterial no fue un parámetro con influencia significativa en el aumento o disminución de las cifras de SpO<sub>2</sub>. El p valor que se obtuvo fue > 0.05.
- El peso del neonato, expresado en kilogramos fue un factor con influencia significativa en los valores SpO<sub>2</sub>. A mayor peso, de forma significativa se obtuvieron menores cifras de SpO<sub>2</sub>. Se obtuvo un p valor <0.05.
- El tipo de alumbramiento, dirigido o espontáneo resultó ser un motivo de diferencia significativa en los valores de SpO<sub>2</sub>. Si el alumbramiento fue espontáneo, de forma significativa se obtuvieron unos valores inferiores de SpO<sub>2</sub>. El p valor, en este caso, fue <0.05.

**TABLA 16**

<i>Variables</i>	<b>SpO<sub>2</sub></b>		<i>P</i>
	<i>Coefficiente CI</i>		
Edad Gestacional	0.13	0.06 – 0.20	<b>&lt;0.001*</b>
Sin analgesia	0.01	-0.16 – 0.18	0.919
Parto inducido	0.07	-0.07 – 0.20	0.328
Sexo	0.02	-0.11 – 0.15	0.751
Realización de episiotomía	0.20	0.04 – 0.35	<b>0.012*</b>
Parto Instrumentado	0.32	0.04 – 0.61	<b>0.026*</b>
pH arterial	0.57	-0.31 – 1.45	0.206
Peso en kg	-0.53	-0.70 – -0.35	<b>&lt;0.001*</b>
Alumbramiento espontáneo	-0.29	-0.47 – -0.10	<b>0.002*</b>
N <sub>ID</sub>	282		
Observaciones	70344		

**Tabla 16:** Resultados del análisis multivariable sobre la SpO<sub>2</sub>. Fuente: Elaboración propia.

## 5.9 INFLUENCIA DE VARIABLES CLÍNICAS DEL PARTO EN LOS VALORES DE FC

El análisis de regresión lineal mixta multivariable, detallado en la **tabla 17** para determinar la relación entre diferentes variables clínicas y los valores de FC, se detalla a continuación:

- La edad gestacional no supuso una variable con influencia en los valores de FC en el neonato de forma significativa. Cabe recordar que en este estudio todos los RN fueron a término. Se obtuvo un p valor de  $> 0.05$ .
- El tipo de analgesia no resultó ser un factor influyente en la FC. El uso de analgesia epidural tampoco supuso un factor con influencia de forma significativa en los valores de FC. El p valor fue  $> 0.05$ .
- La variable de comienzo del parto, como inducido con oxitocina sintética o espontáneo, no fue una variable con afectación en los valores de FC de forma significativa. Se obtuvo un p valor que fue  $> 0.05$ .
- Se niño o niña no supuso una variable que influyera de forma significativa en los valores de FC. No se ha demostrado existencia de diferencia entre sexos en las cifras de FC, ya que el p valor fue  $> 0.05$ .
- Los partos catalogados como instrumentados (Ventosa obstétrica, fórceps o espátulas) obtuvieron valores de FC superiores a los partos eutócicos. El p valor fue  $< 0.05$ .
- El valor de ph arterial fue un parámetro con influencia significativa en el aumento o disminución de las cifras de FC. El p valor que se obtuvo fue  $< 0.05$ . Cuando el ph de arteria era menor, los valores de FC fueron mayores.
- El peso del neonato, expresado en kilogramos no fue un factor con que afectara a los valores de FC significativamente. El p valor que se obtuvo fue  $> 0.05$ .

- El tipo de alumbramiento, dirigido o espontáneo, no resultó ser un motivo de diferencia significativa en los valores de FC. El p valor, en este caso, fue >0.05.

**TABLA 17**

<i>Variables</i>	<b>FC</b>		
	<i>Coefficiente</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
Edad Gestacional	-0.11	-2.27 – 2.06	0.922
Sin analgesia	0.55	-5.07 – 6.17	0.847
Parto inducido	-1.87	-6.21 – 2.47	0.398
Sexo	1.93	-2.37 – 6.23	0.380
Realización de Episiotomía	0.67	-4.36 – 5.70	0.795
Parto Instrumentado	11.46	2.22 – 20.70	<b>0.015*</b>
pH Arteria	-28.74	-57.38 – -0.09	<b>0.049*</b>
Peso en Kg	0.88	-4.80 – 6.57	0.760
Alumbramiento espontáneo	-3.52	-9.46 – 2.42	0.246
N <sub>ID</sub>	282		
Observaciones	69746		

**Tabla 17:** Resultados del análisis multivariable sobre la SpO<sub>2</sub>. Fuente: Elaboración propia.



---

# DISCUSIÓN



## 6 DISCUSIÓN

En este estudio, el principal objetivo fue definir y actualizar los rangos de referencia de SpO<sub>2</sub> y FC en bebés a término nacidos después de un embarazo sin incidencias ni complicaciones, tras parto vaginal con PTC durante más de un minuto y CPP inmediato.

Se ha llevado a cabo el objetivo principal sin incidencias y se han presentado datos de medias y medianas, tanto SpO<sub>2</sub> en las **tablas 8 y 9**, como de FC en las **tablas 11 y 12**.

Los valores presentados son superiores a los que muestra la bibliografía disponible hasta la fecha, detallada en la **tabla 3** del apartado de introducción. No obstante, es importante tener en cuenta algunos aspectos sobre las comparaciones entre los datos presentados en este estudio en contraposición con la bibliografía disponible al respecto:

- a) Por un lado, los tamaños de las muestras de estos estudios citados en la **tabla 3**. A penas tres publicaciones (75)(81)(82) igualan o superan los 200 recién nacidos, cuando se trata de parto vaginal. En esta tesis se incluyeron datos de casi 300 mujeres, sus partos, y sus recién nacidos.
- b) Asimismo, los estudios de la **tabla 3** incluían entre los sujetos que constituían sus tamaños muestrales, una mayoría de recién nacidos por cesárea. Hay algunos de estos estudios que además apuntan a que el

tipo de nacimiento podría influir significativamente en los valores de SpO<sub>2</sub> (70)(75) (71)(78) (80)(84). En el caso de esta tesis todos los recién nacidos fueron por parto vaginal.

- c) Algunos de estos estudios describen datos de SpO<sub>2</sub> postductal y también hay publicaciones que detallan grandes diferencias entre la SpO<sub>2</sub> pre y post ductal, hasta al menos 17 minutos tras el parto (73)(79).
- d) El pinzamiento del cordón umbilical es algo poco o nada relevante en estos estudios. Únicamente detallan que se realiza PTC en una publicación (83). En el resto, no se tienen en cuenta parámetros como el tiempo hasta el pinzamiento del cordón umbilical.
- e) El CPP es un aspecto también muy irrelevante en las publicaciones mencionadas en la **tabla 3**. Únicamente forma parte de uno de los ejes centrales en el trabajo de Smit (83).

Por tanto, es crucial detallar que los valores que se han obtenido en los resultados de esta tesis son de RN nacidos exclusivamente por parto vaginal, en los que se ha realizado PTC de la menos 60 segundos y CPP siempre. Este último además ha sido precoz, desde la completa salida del bebé del cuerpo materno al exterior y de forma ininterrumpida, sin separación de ambos, al menos durante los primeros diez minutos tras el nacimiento. Estas circunstancias y prácticas definen lo que se considera hasta la fecha un parto normal para nuestro Sistema Nacional de Salud (SNS) (56).

No obstante, en el momento de la publicación de los rangos de Dawson, en el año 2010 y por ende, de la mayoría de estudios de la **tabla 3** que son previos a su publicación, no eran cuidados de rutina ni el PTC, ni el CPP. Estos procedimientos no formaban parte de una atención estándar en nuestros respectivos centros hospitalarios. Es más, era rutinaria la realización de un pinzamiento precoz del cordón umbilical, ya que era un aspecto o poco o nada relevante. Del mismo modo que la realización del contacto piel con piel no siempre era rutinaria y muchos bebés eran separados de sus madres, bañados o vestidos antes de ser entregados a sus madres, por lo que no se realizaba “piel con piel”, si no sólo un acercamiento, con el bebé ya vestido sin beneficiarse de los beneficios del contacto directo entre ambos.

Respecto a los objetivos secundarios, a continuación, se discuten los resultados obtenidos.

El primero de ellos era representar los valores de SpO<sub>2</sub> y FC durante los 10 primeros minutos de vida del neonato de forma gráfica en formato percentiles. Los percentiles 3, 10, 25, 50, 75, 90 y 97 han quedado representados y descritos en las **figuras 16 y 17** de este trabajo para la SpO<sub>2</sub> y la FC, respectivamente.

Otro de los objetivos fue comparar los datos obtenidos en esta tesis con los rangos de referencia actuales, considerados hasta ahora los publicados por Dawson en 2010 (81). Para la realización de esta comparación, se eligen los

percentiles 10, 50 y 90. Ya que suponen percentiles claves tanto en la zona de valores más bajos, centrales y elevados.

En los valores obtenidos en nuestra muestra en los tres percentiles seleccionados, el 10, el 50 y el 90, tal y como muestra la **figura 18**. Esta figura detalla valores más altos para SpO<sub>2</sub>. Estos valores destacan durante al menos los primeros 5 minutos después del nacimiento en comparación con la referencia de Dawson (81) (82).

Del mismo modo, se comparan también en la **figura 19** los valores obtenidos en este estudio con los rangos objetivos aceptados por las tres principales sociedades científicas de referencia en neonatología: la Europea (100) (*European Resuscitation Council o ERC*), la Americana (101) (*American Heart Association o AHA*) y la Española (102) (*Sociedad Española de Neonatología o SEN*). En todas las comparaciones de las tres sociedades con nuestros datos se aceptan como rangos objetivos valores de SpO<sub>2</sub> bajos cuando se superponen con los percentiles de nuestra muestra, correlacionándose con percentiles bajos de los datos obtenidos en esta tesis. De hecho, esto es lo que cabe esperar que suceda en estas comparaciones, ya que se basan, principalmente, en la cohorte de Dawson et al (81) para establecer sus puntos de corte.

Así, cuando analizamos esta comparación entre diferentes sociedades científicas de manera separada con los datos de esta tesis, encontramos lo siguiente:

- Para la ERC sus rangos objetivo de SpO<sub>2</sub> suponen valores que rondan el percentil 10 de la muestra reclutada en esta tesis durante los primeros 5 minutos tras el parto. Para el minuto 10, sus valores objetivo se sitúan entorno al percentil 3 de nuestra muestra (100).
- La AHA acepta valores de SpO<sub>2</sub> que durante los primeros minutos están cerca, pero siempre por debajo del percentil 25 de nuestros datos para los primeros 10 minutos, con la relación siguiente:
  - Minuto 1: Entre el percentil 10-25
  - Minuto 2 y 3: Entre el percentil 3-10.
  - Minuto 4 y 5: Valores cercanos al percentil 3.
  - Minuto 10: Percentil 3 (101).
- Respecto a las cifras de rangos objetivo proporcionadas por la SEN en comparación con las nuestras, aceptan valores que rondan desde el percentil 3 y 10 para los primeros 3 y 5 minutos, hasta el valores del percentil 25 para el minuto 10 (102).

Del mismo modo, la comparación de nuestros percentiles 10, 50 y 90 de FC con los publicados por Dawson et al (82) en la **figura 20** muestra que nuestra cohorte mantiene más estable la FC, con valores ligeramente elevados durante los primeros 2 minutos de vida.

Dado que los rangos de referencia definidos por Dawson et al (81) (82) incluyeron también a recién nacidos con características que podrían ser responsables de las diferencias, como la prematuridad o nacimiento por cesárea,

comparamos la mediana de FC y SpO<sub>2</sub> (IQR) del primer al décimo minuto después del nacimiento para el grupo de los nacidos por parto vaginal exclusivamente de Dawson (n = 246) y nuestra cohorte (PTC) en las **tablas 14 y 15**.

Las diferencias de SpO<sub>2</sub> fueron significativas en los primeros 5 minutos. Con respecto a la FC, encontramos diferencias significativas en todos los minutos analizados.

Este aumento de ambos parámetros, SpO<sub>2</sub> y FC, puede explicarse por los beneficios que se han atribuido al PTC. Entre otros, cabe destacar un aumento en el volumen de sangre circulante que estabiliza hemodinámicamente al neonato y contribuye a mejorar el estado hematológico y los niveles de hierro durante su etapa lactante (87).

Curiosamente, estudios recientes de la fisiología de la transición fetal-neonatal en modelos animales han mostrado que el PTC mejora la función cardiovascular y la perfusión cerebral (103)(43)(104). La explicación de cómo el PTC podría ser el responsable de esta mejora de la transición reside en que, con el inicio de la respiración inmediatamente después del nacimiento, sucede una vasodilatación pulmonar que reduce la resistencia vascular pulmonar.

La sangre placentaria es la responsable del aumento de la precarga y poscarga del ventrículo derecho y, posteriormente, de la perfusión pulmonar, el intercambio de gases capilares alveolares y el gasto cardíaco. Como

consecuencia, la perfusión coronaria y el flujo sanguíneo carotídeo aumentan significativamente, lo que conduce a la estabilidad hemodinámica (42)(40).

Prolongar el tiempo antes de pinzar el cordón parece influir positivamente en la SpO<sub>2</sub> y la FC de los recién nacidos. El resultado que hemos obtenido en esta tesis, también ha sido objeto de estudio de otros autores, cuyos resultados se detallan a continuación, observando algunas diferencias con nuestro estudio.

Bancalari et al. (84), informaron de SpO<sub>2</sub> post-ductal y FC de 324 recién nacidos a término, por parto vaginal (n = 160) y cesárea (n = 164). El cordón se pinzó cuando los bebés iniciaron el primer llanto que ocurrió entre 30 y 60 segundos después del nacimiento en todos los recién nacidos. Este tiempo de espera hasta pinzamiento del cordón es significativamente más corto que en nuestra investigación. Además, la SpO<sub>2</sub> obtenida para los bebés nacidos por parto vaginal a los 1, 3 y 5 minutos fue del 62%, 75% y 86%, respectivamente, en comparación con nuestros hallazgos del 77%, 90% y 94%, Para los mismos tiempos con respecto al momento después del nacimiento. Por tanto, nuestros datos muestran valores ligeramente más elevados en comparación.

En otro estudio, Ashish et al (105) aleatorizaron a los neonatos de  $\geq 33$  semanas de gestación con pinzamiento del cordón umbilical de  $\geq 180$  segundos (n = 670) o  $\leq 60$  segundos (n = 594) y midieron la SpO<sub>2</sub> y la FC a los 1, 5 y 10 minutos después del nacimiento. Los resultados principales fueron los valores de ambos, SpO<sub>2</sub> y FC, desde el nacimiento hasta los 10 minutos y el tiempo

hasta el inicio de la respiración espontánea (18). La SpO<sub>2</sub> fue significativamente mayor durante el minuto 1 (+ 18%), minuto 5 (+ 13%) y minuto 10 (+ 10%) en el grupo con pinzamiento del cordón de  $\geq 180$  segundos. Por el contrario, la FC fue menor en el minuto 1 (-9 lpm) y el minuto 5 (-3 lpm) en el grupo PTC; sin embargo, estos hallazgos carecen de significación estadística (18).

Es de destacar que los valores de SpO<sub>2</sub> en el grupo PTC de Ashish et al. (18) fueron 79.8%, 91.2% y 98.0% en los minutos 1, 5 y 10 respectivamente, que son muy similares a la mediana para nuestra muestra de estudio (77%, 90% y 94%) confirmando que el retraso en el pinzamiento del cordón de  $\geq 60$  segundos tiene una influencia positiva en el logro una saturación arterial estable de oxígeno por encima de la meseta del 90%.

Por su parte, Anderson et al., (106) aleatorizaron recién nacidos prematuros tardíos y a término nacidos por vía vaginal que necesitaban soporte respiratorio y reanimación con cordón intacto ( $> 3$  minutos) o cordón pinzado ( $< 1$  minuto). Los principales resultados clínicos a comparar fueron la SpO<sub>2</sub>, la FC y la puntuación del test de Apgar a los 1, 5 y 10 minutos después del nacimiento. La SpO<sub>2</sub> fue significativamente mayor en el grupo de cordón intacto en 1 (79.8% vs. 62.4%;  $p < 0.001$ ), 5 (91.4% vs. 76.6%;  $p < 0.001$ ) y 10 (98% vs. 85.4%;  $p < 0.001$ ) minutos después del nacimiento. La FC fue significativamente mayor en el grupo de pinzamiento temprano; sin embargo, en el grupo de pinzamiento tardío, la FC fue  $> 100$  lpm durante los minutos 1, 5 y 10 (20).

Suchandra et al (36) en un estudio realizado en India compararon valores obtenidos por pulsioximetría, tanto de SpO<sub>2</sub> preductal como de FC, en 348 recién nacidos > de 34 semanas de edad gestacional. Separaron en dos grupos: PTC (n= 170) y PPC (pinzamiento precoz) (n=178). Este estudio consideró el PTC como al menos esperar 30 segundos hasta la sección del cordón umbilical, un criterio distinto al que se ha considerado en nuestra investigación. Y cabe también destacar que no se realizó CPP y los RN eran colocados en cunas de reanimación pasados los 30 segundos que esperaban hasta pinzar el cordón.

No obstante, a pesar de estas diferencias, los investigadores encontraron que los valores de SpO<sub>2</sub> fueron significativamente más elevados en el grupo de PTC que en el grupo de PPC en los minutos 1, 2, 3, 4 y 5. Este incremento fue del 8%, 3%, 3%, 6% y 3% respectivamente. Aunque la FC mediana del grupo con PTC fue significativamente menor que la del grupo PPC en 12 lpm en el 1er minuto, fue significativamente mayor en 6 y 9 lpm en los minutos 4 y 5.

Dado lo expuesto parece lógico pensar que los mecanismos fisiológicos del PTC son los responsables de los múltiples beneficios del mismo. Es más, el pinzamiento precoz del cordón umbilical de forma sistemática supone una práctica que podría considerarse incluso negligente. El profesional que realiza un pinzamiento precoz de forma rutinaria muestra ser desconocedor de los conceptos fisiológicos relacionados con la transición neonatal. Como se indicó anteriormente, el pinzamiento debe retrasarse el tiempo suficiente, al menos

hasta después de la primera respiración, y se puede aplicar el mismo enfoque en caso de que se requiera reanimación.

Algunos autores, dada la evidencia disponible, apuntan a la necesidad de un cambio en la visión del pinzamiento del cordón umbilical, cambiando el enfoque de una recomendación basada en el tiempo (considerando si PTC son 60 segundos o más) a un enfoque de individualización (107).

Ceriani en 2017 (108), al final de su revisión sobre el pinzamiento del cordón umbilical en recién nacidos a término, apunta lo siguiente:

*“Los beneficios de dejar latir el cordón al menos 2-3 minutos tras el parto son el resultado de mecanismos fisiológicos; por esta razón, no puede considerarse un tratamiento real, sino una práctica que respeta los mecanismos fisiológicos naturales.*

*Estos beneficios son principalmente el producto de permitir que el bebé reciba el volumen de sangre que debería haber estado en el niño. Es decir, que la transfusión placentaria es un resultado fisiológico ineludible que ocurre en los primeros minutos de vida y resulta de la redistribución de la sangre entre la placenta y el lactante.*

*Por lo tanto, debemos reflexionar sobre la práctica inadecuada en relación con el momento del*

*pinzamiento del cordón porque muchos proveedores de atención médica no son conscientes del hecho de que existe una base fisiológica innegable para el pinzamiento tardío del cordón. Sin duda, la naturaleza ha establecido que la mayor parte del volumen de sangre presente en la placenta debe estar en el bebé, entonces, ¿por qué privar al bebé de ella?” (108).*

Con lo expuesto, tanto en este estudio como en los citados en la presente discusión, se afianza la afirmación de que la transición fetal-neonatal de los RN a los que se les realiza un PTC es más suave y llevadera. Aún así, las recomendaciones de las principales Sociedades Científicas y la *International Liaison Committee on Resuscitation* (ILCOR) dan prioridad al pinzamiento inmediato del cordón umbilical después del nacimiento en recién nacidos con depresión severa y al comienzo de una reanimación activa (53). Ahora bien, un creciente cuerpo de evidencia experimental y ensayos clínicos preliminares respaldan que es factible iniciar la ventilación cerca de la madre con el cordón umbilical intacto y que esto podría conducir a una mayor estabilidad hemodinámica, incluso en bebés extremadamente prematuros (42)(109)(110).

En este sentido, la estabilización del recién nacido cerca de la madre en paritorio está volviéndose un tema relevante y se están desarrollando dispositivos diseñados a propósito para facilitar la reanimación del neonato con el cordón intacto y así el bebé permanece cerca de la madre (52)(111)(112)(113).

El CPP inmediatamente después del nacimiento se ha convertido en un estándar de atención en nuestra unidad obstétrica. Indudablemente tiene un efecto positivo en la lactancia materna. Sin embargo, los resultados de una revisión Cochrane reciente indican que los efectos beneficiosos del contacto piel con piel durante la adaptación posnatal aún no se han establecido claramente (44). Algunos estudios lo han tenido en cuenta como factor relevante a estudiar durante la transición fetal-neonatal, que se detallan a continuación.

Bancalari et al., (114) informaron cambios en la SpO<sub>2</sub> y la FC postductales en 216 recién nacidos a término sanos. En su investigación compararon SpO<sub>2</sub> y FC de los recién nacidos por cesárea (n = 80) con o sin contacto de piel con piel, pero no se observaron diferencias significativas. Es importante resaltar que en dicho estudio el contacto piel con piel se inició después de que se pinzara el cordón.

Takahashi et al., (115) investigaron cómo los diferentes tiempos de inicio y duración del contacto piel con piel influyen en la SpO<sub>2</sub>, la FC y el estrés (medido por el cortisol en saliva) en recién nacidos a término. Los neonatos se clasificaron en dos grupos. El primero, que se denominó como 'CPP al nacimiento' comenzó el contacto piel con piel tras 5 minutos o menos después del nacimiento (n = 32). Otro grupo fue el denominado 'CPP muy temprano', que comenzó el contacto piel con piel tras más de 5 minutos desde el nacimiento (n = 36). Debe considerarse que el cordón umbilical se pinzó dentro de los primeros 60 segundos de vida, por lo que no se realizó PTC. Encontraron una mayor estabilidad de la FC en el grupo 'CPP al nacimiento' (p = 0,001), como muestran

nuestros resultados. Esta asociación no fue significativa con los valores de SpO<sub>2</sub>. Con respecto al cortisol en saliva, no se encontraron diferencias en los niveles que fueran estadísticamente significativos dentro de las dos horas posteriores al nacimiento ( $p = 0.179$ ), aunque ambos grupos ('CPP al nacimiento' y 'CPP muy temprano') mostraron tendencias decrecientes.

Por su parte, Smith et al., (83) realizaron un estudio observacional prospectivo en recién nacidos sanos, nacidos después de un parto vaginal eutócico que se pusieron inmediatamente en contacto piel con piel. Los partos se llevaron a cabo en domicilios y fueron atendidos por matronas que reportaron valores de SpO<sub>2</sub> y FC durante los primeros 10 minutos después del nacimiento utilizando PO. Se estudió un total de 109 neonatos, una  $n$  muy inferior a la empleada en nuestro estudio. La SpO<sub>2</sub> fue significativamente mayor en los primeros 5 minutos de nacimiento ( $p < 0.05$ ) cuando se aplicó tanto el PTC como contacto piel con piel. Sin embargo, como en estudios previos (105)(44)(83) la FC fue significativamente menor ( $p < 0.05$ ); la taquicardia ( $FC > 180$  lpm) ocurrió con menos frecuencia y la bradicardia ( $< 80$  lpm) ocurrió con mayor frecuencia en el grupo de PTC.

En lo que respecta a comparaciones con otros estudios que reportan FC específicamente, cabe destacar que el uso de la PO para monitorizar la FC tiene limitaciones (77). Katheria et al., (116) ya informaron de la superioridad de los sensores de Electrocardiograma (ECG) en comparación con la PO, ya que la PO indicó bradicardia en hasta el 50% de los registros en los primeros minutos después del nacimiento.

Es por esto que Bjorland et al (117) recientemente han publicado un estudio en el que evalúan la FC durante los 5 primeros minutos de vida de RN por parto vaginal y con PTC, medida mediante ECG y no con PO. La mediana (IQR) que obtuvieron a los 5 segundos tras el parto fue de 122 lpm (98-146), que incrementa rápidamente hasta 175 lpm (157-189) en el primer minuto de nacimiento. Estos valores disminuyen ligeramente hasta el minuto 5 donde se sitúan en aproximadamente 167 lpm (152-179). En sus datos, fue inusual encontrar valores < de 100 lpm.

Sin embargo, en los datos obtenidos en esta tesis únicamente un 10% de RN tuvieron valores de FC inferiores a 100 lpm durante el primer minuto de vida. La diferencia de nuestros datos con los de Bjorland et al (117) puede ser, por supuesto, porque empleamos PO en lugar de electros de ECG.

Aún así, que el 10% de nuestra muestra obtenga < 100 lpm durante el primer minuto, supone una cifra notablemente inferior en comparación al 50% que informa Dawson et al (82) durante el primer minuto y aproximadamente el 20% durante el segundo minuto. Una de las posibles cuestiones que justifica esta diferencia con Dawson sin duda puede ser por el PTC.

No obstante, para minimizar esta limitación de medición con PO en lugar de electrodos de ECG es que los PO que utilizamos son de alta tecnología, con un filtro para rechazar artefactos de movimiento, capaces de capturar los cambios rápidos de SpO<sub>2</sub> y FC durante la adaptación posnatal, registrando con

un intervalo de 2 segundos y una intensidad máxima (Pulsi CO-Oximeter Radical 7® touch screen, Masimo, California, USA) (89)(90).

Además, para seleccionar valores fiables de SpO<sub>2</sub> y FC, empleamos el IP ya que es un parámetro continuo no invasivo para evaluar los cambios hemodinámicos. Los valores normales para el IP son > 1,24. Cabe destacar que los valores de SpO<sub>2</sub> y FC que tuvieron un PI <1,24 fueron eliminados (96), al considerarse que podría no ser fiables.

Respecto a las variables influyentes de forma significativa en las cifras tanto de SpO<sub>2</sub> como de FC los resultados son, en algunas ocasiones, cuanto menos, sorprendentes.

En primer lugar, la edad gestacional se postula como un factor con influencia significativa en la SpO<sub>2</sub>, aunque no lo es para los valores de FC. Cabe recordar que todos los neonatos incluidos en este estudio fueron a término (> o iguales a 37 semanas de gestación). No obstante, se ha descrito una subclasificación de los recién nacidos a término. Un grupo de trabajo que se reunió a finales de 2012, publicaba un año después que la denominación de “a término” se sustituya por las designaciones: “término temprano” (entre 37 a 38 semanas de gestación), “término completo” (39 a 40 semanas de gestación), “término tardío” (41 a 41+6 días de gestación), y “posttérmino” (a partir de 42 semanas de gestación y más allá) para describir con mayor precisión los partos que ocurren en -o más allá- de las 37 semanas de gestación (**tabla 18**).

## TABLA 18

### CLASIFICACIÓN RECOMENDADA PARA PARTOS DESDE LAS 37 SEMANAS DE GESTACIÓN

<b>TÉRMINO TEMPRANO</b>	De 37 a 38 semanas + 6 días
<b>TÉRMINO COMPLETO:</b>	De 39 a 40 semanas + 6 días
<b>TÉRMINO TARDÍO:</b>	De 41 a 41 semanas + 6 días
<b>POSTÉRMINO:</b>	42 semanas y más allá

*Tabla 18: Clasificación recomendada para partos a partir de la semana 37 de gestación. Fuente: Elaboración propia a partir de Spong (2013) (118).*

Así, que en esta muestra existan pequeñas diferencias entre el mismo grupo de recién nacidos “a término” apoya y justifica la utilización de esta subclasificación. En este caso, los valores de SpO<sub>2</sub> son mayores cuanto mayor es la edad gestacional (aunque en nuestra muestra en ningún caso se llega al grupo postérmino).

En lo que respecta a la analgesia durante el parto, no se han encontrado diferencias significativas ni en la SpO<sub>2</sub> y ni en la FC como consecuencia de esta variable. Esto creemos que puede ser debido a dos factores. Por un lado, a que el porcentaje de partos sin analgesia epidural fue muy inferior al de partos con epidural en esta muestra (hubo un 18% de partos sin epidural, frente a un 82% de partos con epidural). Y por otro, a que la epidural empleada hoy en día no se relaciona de forma directa con peores resultados neonatales, según la última evidencia disponible. La última revisión de la Cochrane destaca que el grupo de mujeres que hacen uso de analgesia epidural no presenta un claro aumento de

ingresos en cuidados intensivos neonatales, ni peores puntuaciones en el Apgar (119). Por lo que tampoco cabe esperar encontrar diferencias debidas a esta variable en los valores de SpO<sub>2</sub> ni FC durante la estabilización postnatal inmediata.

La variable de parto inducido de forma artificial vs. parto que se inicia de forma espontánea no supuso un factor con influencia significativa ni en las cifras de SpO<sub>2</sub> y ni en las cifras de FC. No obstante, es importante resaltar algo llamativo en esta muestra: hasta un 37% de los partos fue inducido en nuestro trabajo. Esta cifra es superior a la recomendada tanto por el Ministerio de Sanidad como por la OMS, que recomiendan cifras que no superen un 10% del total de partos. En esta muestra no hubo aleatorización en la selección de pacientes, se empleó un muestreo consecutivo y a conveniencia, por lo que puede que la cifra sea una mera anécdota, pero no deja de ser muy elevada para ser fruto del azar. Y es que durante las últimas décadas, la incidencia de la inducción del trabajo ha seguido aumentando y en los países desarrollados puede llegar a ser uno de cada cuatro partos (120). En lo que respecta a España, merece mención que nuestro país se caracteriza por una atención al parto particularmente intervencionista si lo comparamos con nuestros vecinos europeos (121)(122). Ahora bien, este excesivo intervencionismo de nuestro país no se traduce en unos mejores resultados en términos de mortalidad perinatal. A nuestro alrededor contamos con ejemplos de varios países europeos con mejores resultados en términos de mortalidad, que tienen también menores tasas de intervencionismo obstétrico durante el parto (123).

Ahora bien, aunque las intervenciones dentro del contexto de inducción del trabajo de parto pueden ser beneficiosas y se realizan para una mejora de la salud de madres y neonatos, su uso inapropiado puede ser nocivo y/o iatrogénico. No hay que olvidar que una intervención innecesaria en el proceso de parto natural va en detrimento de la autonomía y dignidad de la mujer como beneficiaria de cuidados, y puede tener un impacto negativo en su experiencia de parto (124)(122).

En lo que respecta al sexo, en esta muestra no se encontraron diferencias significativas entre las cifras de SpO<sub>2</sub> y FC según el sexo fuese femenino o masculino. Ambos obtuvieron valores similares de sendos parámetros evaluados como eje central. No obstante, un estudio en 2013 sí parecía encontrar una tendencia más rápida en alcanzar una SpO<sub>2</sub> objetivo en sujetos femeninos (125), relación que no ha podido constatarse en nuestra investigación.

Respecto a la episiotomía, sorprende que en esta muestra en los partos en los que se realizó una episiotomía hubo valores de SpO<sub>2</sub> superiores de forma significativa, aunque esto no fue relevante en las cifras de FC. La episiotomía amplía el canal blando durante el parto, lo que supone una disminución del tiempo de expulsivo. Aunque pudiera suponer un ligero beneficio en los valores de SpO<sub>2</sub> en el neonato, cabe recordar que dado la fuerte evidencia científica del impacto negativo y en la calidad de vida que tiene en la mujer, en la actualidad existe un consenso universal de que no se debe realizar de forma rutinaria (126).

Entre los efectos adversos de la episiotomía destaca que puede se extender a desgarros de tercer y cuarto grado (con disfunción del esfínter anal y posible afectación del mismo). Durante mucho tiempo existió la creencia de que la episiotomía sistemática reducía el traumatismo perineal/vaginal, pero a día de hoy es un pensamiento que no se justifica con la evidencia actual. Además, entre sus efectos nocivos puede provocar dispareunia y complicaciones a largo plazo (como prolapso genital o incontinencia urinaria)(126).

Así, tanto la OMS como el Ministerio de Sanidad alertan de que una tasa por encima del 20% no estaría justificada. Estas organizaciones proponen un estándar de calidad de tasa inferior al 15%. Lamentablemente, en esta muestra la cifra de episiotomías supera este valor, dado que se sitúa en un 27%.

Siguiendo la línea del intervencionismo en el parto, nos encontramos con la variable parto instrumentado. En esta muestra, el porcentaje de partos inducidos supone únicamente un 6% del total de partos incluidos en el análisis, lo que supone una cifra muy pequeña. Los resultados del análisis muestran que los recién nacidos por parto instrumental tienen mejores valores tanto de SpO<sub>2</sub> como de FC de forma significativa.

No obstante, cabe destacar que un criterio de inclusión para poder ser admitidos en el estudio y que ha podido influir en que el grupo de parto instrumentado no sea representativo de la realidad, es que, para poder ser admitidos en el análisis, estos partos instrumentados no debían tener como motivo para la misma un riesgo de pérdida de bienestar fetal (una de las

principales indicaciones por la que se justifica un parto instrumentado a nivel obstétrico). Eso hace que, los pocos partos instrumentados que se incluyeron fueran con indicación de acortamiento del expulsivo o escasa colaboración materna, estando el recién nacido en condiciones perfectamente estables sin alteraciones del registro cardiotocográfico y sin signos de pérdida de bienestar fetal anteparto.

La siguiente variable que se ha estudiado con posible relación es el ph de arteria umbilical fetal. Los resultados analizados muestran que no hay diferencias significativas en los valores de ph arterial y las cifras de SpO<sub>2</sub>. Sin embargo, llama la atención que cuanto menor es el ph arterial, mayor es la frecuencia cardíaca en el neonato de forma significativa. Se puede encontrar una explicación a este fenómeno, ya que hay algunos estudios que relacionan la realización de PTC con alteraciones de los valores de ph de vasos umbilicales (127)(128), pero que no se correlacionan con un peor resultado neonatal (129).

Otra variable que ha mostrado influencia significativa en los valores de SpO<sub>2</sub>, pero no en los de FC es el peso. En este caso, cuanto mayor es el peso del recién nacido al nacimiento, menor es la SpO<sub>2</sub>. Esto podría deberse a que los neonatos con mayor peso, son, por otro lado, los que pueden tener fases de expulsivo más largas en comparación con bebés de pesos inferiores. No obstante, al no estar recogido el tiempo de expulsivo como una variable a medir en este estudio, no es posible asegurarlo y es una mera hipótesis.

Por último, el tipo de alumbramiento también ha mostrado diferencias en la SpO<sub>2</sub> de los recién nacidos. Concretamente, en los alumbramientos espontáneos existe una disminución de los valores de SpO<sub>2</sub> de forma significativa. Encontrar una explicación a este fenómeno resulta complejo. No obstante, podemos pensar que realizar un alumbramiento dirigido con la administración de oxitocina en el momento de la salida del neonato, incrementa la contracción uterina y con ello el volumen de sangre que circula desde la placenta hasta el neonato a través del cordón umbilical. Dado que en este estudio todos los neonatos permanecieron con el cordón intacto durante al menos 60 segundos, ese incremento de contracción uterina se pudo ver traducido en un aumento de sangre circulante en el neonato, mejorando su SpO<sub>2</sub> de forma significativa, en comparación con aquellos neonatos que pudieron no recibir este aporte de sangre extra en un menor espacio de tiempo. Esta evidencia, se suma a los beneficios ya descritos en la literatura del alumbramiento dirigido como buena práctica en la atención al parto.

Una limitación notable de esta investigación fue la dificultad de tener a todos los miembros del equipo de investigación presentes en el paritorio para realizar mediciones precisas. Era complicado tener siempre a una persona en paritorio. Por otro lado, ser un grupo de investigación único y capacitado especialmente para ello contribuyó a mantener la recopilación de datos dentro de un protocolo estricto y homogéneo.



---

# CONCLUSIONES



## 7 CONCLUSIONES

Concluimos que recién nacidos sanos después de gestaciones sin complicaciones y nacidos exclusivamente por parto vaginal con un pinzamiento tardío del cordón umbilical de al menos 60 segundos y con contacto precoz piel con piel desde el nacimiento, tienen:

- Una media de SpO<sub>2</sub> durante el primer minuto de vida de 79% y una mediana de 77%. A los 5 minutos 95% de media y 95% de mediana. A los 10 minutos 97% de media y 95% de mediana.
- Una media y mediana de FC durante el primer minuto de vida de 148 lpm. A los 5 minutos 155 lpm de media y mediana. A los 10 minutos 151 lpm de media y mediana.

Se han presentado gráficamente los valores de ambos parámetros, SpO<sub>2</sub> y FC, en formato percentiles, que pueden servir como una guía para la estabilización posnatal de recién nacidos.

Los rangos de RN por parto vaginal con PTC y CPP son diferentes a los presentados por Dawson et al. en 2010 (81). Los valores obtenidos en este estudio son en general superiores cuando se comparan con la bibliografía disponible, en la que se realiza un pinzamiento precoz del cordón umbilical o no se tiene siquiera en cuenta este parámetro.

Los valores de SpO<sub>2</sub> desde el primer minuto en adelante son más altos y alcanzan una meseta estable antes de los mencionados en las Directrices del

Consejo Europeo de Resucitación de 2015 (ERC) (53) que se basaron en los rangos de referencia de Dawson (81).

Con respecto a la FC, encontramos valores más altos durante los primeros 2 minutos de vida. Después de estos primeros minutos, la FC permanece estable y con valores ligeramente más bajos que los informados por Dawson et al (82). Encontramos una FC inferior a 100 lpm únicamente en el 10% de los neonatos de nuestra muestra durante el primer minuto de vida. Posteriormente las cifras son superiores a siempre 100 lpm.

Muy pocas variables tienen influencia de forma significativa en los valores de SpO<sub>2</sub> y FC durante los primeros minutos tras el nacimiento. Así:

- A mayor edad gestacional, los valores de SpO<sub>2</sub> son superiores de forma significativa.
- La realización de episiotomía durante el expulsivo se tradujo en un aumento significativo de las cifras de SpO<sub>2</sub>. esta variable no tuvo influencia en la FC de los RN.
- A mayor peso en el RN, los valores de SpO<sub>2</sub> fueron menores de forma significativa. Sin embargo, la variable peso no influyó los valores de FC.
- La realización de alumbramiento espontáneo supuso una disminución significativa de las cifras de SpO<sub>2</sub> comparadas con el procedimiento de alumbramiento activo.

- La finalización del parto, en instrumentado en lugar de eutócico, supuso un aumento de las cifras tanto de SpO<sub>2</sub> como de FC de forma significativa.
- El valor de pH arterial no fue una variable con influencia en la SpO<sub>2</sub>, pero sí para la FC, disminuyéndola de forma estadísticamente significativa cuanto mayores eran los valores obtenidos en la muestra de sangre arterial umbilical.



---

# BIBLIOGRAFÍA



## 8 BIBLIOGRAFÍA

1. Ji Q, Luo ZX, Yuan CX, Wible JR, Zhang JP, Georgi JA. The earliest known eutherian mammal. *Nature*. 2002;416(6883):816–22.
2. Sadler T W; Langman J. *Embriología medica. Con orientación clínica*. 9th ed. Médica Panamericana, editor. Argentina; 2004.
3. Botella Llusiá, José; Clavero Núñez JA. *Tratado de ginecología. Fisiología. Obstetricia. Perinatología. Ginecología. Reproducción*. 14 Edición. Díaz de Santos, editor. Madrid; 1993.
4. Moore KL, Persaud TVN. *Embriología Clínica*. 8º Edición. Elsevier, editor. Madrid; 2008.
5. Hall JE. *Guyton y Hall. Tratado de fisiología médica*. 13º. Elsevier España, editor. Barcelona; 2016.
6. Wang Y, Zhao S. *Vascular Biology of the Placenta*. Vol. 2, Colloquium Series on Integrated Systems Physiology: From Molecule to Function. 2010. 1–98 p.
7. Finnemore A, Groves A. *Physiology of the fetal and transitional circulation*. *Semin Fetal Neonatal Med* [Internet]. 2015;20(4):210–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.siny.2015.04.003>
8. Latarjet M RL. *Anatomía Humana*. Tomo 2. 4º. Editorial médica panamericana, editor. Madrid; 2008.
9. Murphy PJ. *The fetal circulation*. *Contin Educ Anaesthesia, Crit Care Pain* [Internet]. 2005;5(4):107–12. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/bjaceaccp/mki030>
10. Thibodeau, Gary; Patton K. *Anatomía y fisiología*. 6º Edición. Elsevier, editor. Madrid; 2007.

11. Hooper SB, Te Pas AB, Lang J, Van Vonderen JJ, Roehr CC, Kluckow M, et al. Cardiovascular transition at birth: A physiological sequence. *Pediatr Res*. 2015;77(5):608–14.
12. Kluckow M, Hooper SB. Using physiology to guide time to cord clamping. *Semin Fetal Neonatal Med* [Internet]. 2015;20(4):225–31. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.siny.2015.03.002>
13. Hooper SB, Harding R. Fetal Lung Liquid: a Major Determinant of the Growth and Functional Development of the Fetal Lung. *Clin Exp Pharmacol Physiol*. 1995;22(4):235–41.
14. te Pas AB, Davis PG, Hooper SB, Morley CJ. From Liquid to Air: Breathing after Birth. *J Pediatr*. 2008;152(5):607–11.
15. Plataforma científica en defensa del pinzamiento óptimo del cordón umbilical y Associació Catalana de Llevadores. Pinzamiento óptimo del cordón umbilical [Internet]. Barcelona: Plataforma científica en defensa del pinzamiento óptimo del cordón umbilical; 2020. Available from: [https://clampajeoptimodelcordon.files.wordpress.com/2020/02/1581664804560\\_llibret-pinzamiento-occ81ptimo-del-cordocc81n-umbilical.pdf](https://clampajeoptimodelcordon.files.wordpress.com/2020/02/1581664804560_llibret-pinzamiento-occ81ptimo-del-cordocc81n-umbilical.pdf)
16. World Health Organization. Guideline: Delayed umbilical cord clamping for improved maternal and infant health and nutrition outcomes. World Health Organization, editor. Geneva; 2014.
17. Katheria AC, Lakshminrusimha S, Rabe H, McAdams R, Mercer JS. Placental transfusion: A review. *J Perinatol*. 2017;37(2):105–11.
18. Farrar D, Airey R, Law GR, Tuffnell D, Cattle B, Duley L. Measuring placental transfusion for term births: Weighing babies with cord intact. *BJOG An Int J Obstet Gynaecol*. 2011;118(1):70–5.

19. Yao AC, Lind J. Effect of gravity on placental transfusion. *Obstet Gynecol Surv.* 1970;25(3):216–7.
20. Mercer JS, Erickson-Owens DA. Rethinking placental transfusion and cord clamping issues. *J Perinat Neonatal Nurs.* 2012;26(3):202–17.
21. Gunther M. the Transfer of Blood Between Baby and Placenta in the Minutes After Birth. *Lancet.* 1957;269(6982):1277–80.
22. Airey RJ, Farrar D, Duley L. Alternative positions for the baby at birth before clamping the umbilical cord. *Cochrane database Syst Rev.* 2010 Oct;(10):CD007555.
23. Vain NE, Satragno DS, Gorenstein AN, Gordillo JE, Berazategui JP, Guadalupe Alda M, et al. Effect of gravity on volume of placental transfusion: A multicentre, randomised, non-inferiority trial. *Lancet [Internet].* 2014;384(9939):235–40. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60197-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60197-5) See
24. Sathish Y, Lewis LE, Noronha JA, George A, Snayak B, Pai MS, et al. Postpartum maternal administration of oxytocin and volume of placental transfusion, an RCT. *Am J Obstet Gynecol.* 2018;218(1):1–6.
25. Qian Y, Ying X, Wang P, Lu Z, Hua Y. Early versus delayed umbilical cord clamping on maternal and neonatal outcomes. *Arch Gynecol Obstet.* 2019;300(3):531–43.
26. Ahmed SS, Faheim SS HH. A Quasi-Experimental Study to Assess Consequences of Early Versus Delay Umbilical Cord Clamping on Maternal and Neonatal Outcomes in Beni-Suef city. *Am Res J Nurs.* 2017;3(1):1–17.
27. Ruangkit C, Leon M, Hassen K, Baker K, Poeltler D, Katheria A. Maternal

- bleeding complications following early versus delayed umbilical cord clamping in multiple pregnancies. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2018;18(1).
28. McDonald SJ, Middleton P, Dowswell T, Morris PS. Cochrane in context: Effect of timing of umbilical cord clamping in term infants on maternal and neonatal outcomes. *Evidence-Based Child Heal*. 2014;9(2):347–9.
  29. Mercer JS, Erickson-Owens DA, Collins J, Barcelos MO, Parker AB, Padbury JF. Effects of delayed cord clamping on residual placental blood volume, hemoglobin and bilirubin levels in term infants: A randomized controlled trial. *J Perinatol*. 2017;37(3):260–4.
  30. Rhoades JS, Wesevich VG, Tuuli MG, Macones GA, Cahill AG. Implementation and Outcomes of Universal Delayed Umbilical Cord Clamping at Term. *Am J Perinatol*. 2019;36(3):233–42.
  31. Andersson O, Domellöf M, Andersson D, Hellström-Westas L. Effect of delayed vs early umbilical cord clamping on iron status and neurodevelopment at age 12 months a randomized clinical trial. *JAMA Pediatr*. 2014;168(6):547–54.
  32. Mercer JS, Erickson-Owens DA, Deoni SCL, Dean DC, Collins J, Parker AB, et al. Effects of Delayed Cord Clamping on 4-Month Ferritin Levels, Brain Myelin Content, and Neurodevelopment: A Randomized Controlled Trial. *J Pediatr*. 2018;203:266-272.e2.
  33. Andersson O, Lindquist B, Lindgren M, Stjernqvist K, Domellöf M, Hellström-Westas L. Effect of delayed cord clamping on neurodevelopment at 4 years of age: A randomized clinical trial. *JAMA Pediatr*. 2015;169(7):631–8.
  34. Lawton C, Acosta S, Watson N, Gonzales-Portillo C, Diamandis T, Tajiri N,

- et al. Enhancing endogenous stem cells in the newborn via delayed umbilical cord clamping. *Neural Regen Res.* 2015;10(9):1359–62.
35. De Paco C, Florido J, Garrido MC, Prados S, Navarrete L. Umbilical cord blood acid-base and gas analysis after early versus delayed cord clamping in neonates at term. *Arch Gynecol Obstet.* 2011;283(5):1011–4.
  36. Mukherjee S, Saha AK, Bulsara JS, Das MK, Gupta B, Waratakar Y, et al. Is Delaying Cord Clamping until Placenta Delivery Beneficial? Oxygen Saturation and Heart Rate Transition during the Initial 5 Minutes after Delivery in Indian Healthy Newborns. *Am J Perinatol.* 2020;37(7):738–44.
  37. Andersson O, Rana N, Ewald U, Målqvist M, Stripple G, Basnet O, et al. Intact cord resuscitation versus early cord clamping in the treatment of depressed newborn infants during the first 10 minutes of birth (Nepcord III) – a randomized clinical trial. *Matern Heal Neonatol Perinatol.* 2019;5(1).
  38. Ashish KC, Rana N, Malqvist M, Ranneberg LJ, Subedi K, Andersson O. Effects of delayed umbilical cord clamping vs early clamping on anemia in infants at 8 and 12 months a randomized clinical trial. *JAMA Pediatr.* 2017;171(3):264–70.
  39. Badurdeen S, Roberts C, Blank D, Miller S, Stojanovska V, Davis P, et al. Haemodynamic instability and brain injury in neonates exposed to Hypoxia–Ischaemia. *Brain Sci.* 2019;9(3).
  40. S. N, S. V. Promoting physiologic transition at birth: Re-examining resuscitation and the timing of cord clamping. *Semin Fetal Neonatal Med* [Internet]. 2013;18(6):385–92. Available from: <https://auth.elsevier.com/ShibAuth/institutionLogin?entityID=https://idp.eng.nhs.uk/openathens&appReturnURL=https%3A%2F%2Fwww.clinicalkey>

.com%2Fcontent%2FplayBy%2Fdoi%2F%3Fv%3D10.1016%2Fj.siny.2013.08.008

41. Backes CH, Huang H, Cua CL, Garg V, Smith C V., Yin H, et al. Early versus delayed umbilical cord clamping in infants with congenital heart disease: A pilot, randomized, controlled trial. *J Perinatol*. 2015;35(10):826–31.
42. Bhatt S, Polglase GR, Wallace EM, te Pas AB, Hooper SB. Ventilation before umbilical cord clamping improves the physiological transition at birth. *Front Pediatr*. 2014;2(OCT):1–8.
43. Stenning FJ, Hooper SB, Kluckow M, Crossley KJ, Gill AW, Wallace EM, et al. Transfusion or Timing: The Role of Blood Volume in Delayed Cord Clamping During the Cardiovascular Transition at Birth. *Front Pediatr*. 2019;7(October):1–10.
44. Moore E, Bergman N, Anderson G, Medley N. Early skin-to-skin contact for mothers and their healthy newborn infants ( Review ) Summary of findings for the main comparison. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2016;5(11). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27885658>
45. Ludington-Hoe SM. Skin-to-skin contact: A comforting place with comfort food. *MCN Am J Matern Nurs*. 2015;40(6):359–66.
46. Federación de Asociaciones de Matronas de España. Iniciativa Parto Normal. Documento de Consenso. Dirección General Agencia de Calidad del Sistema Nacional de Salud. Ministerio de Sanidad y Consumo, editor. Barcelona; 2007.
47. Departamento de Salud Reproductiva e Investigaciones Conexas. Método

- Madre Canguro: Guía Práctica [Internet]. OMS, editor. Organización Mundial de la Salud. Ginebra; 2004. 56 p. Available from: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43083/1/9243590359.pdf>
48. Sánchez Luna M, Pallás Alonso CR, Botet Mussons F, Echániz Urcelay I, Castro Conde JR, Narbona E. Recomendaciones para el cuidado y atención del recién nacido sano en el parto y en las primeras horas después del nacimiento. *An Pediatr*. 2009;71(4):349–61.
  49. Waltman PA, Brewer JM, Rogers BP, May WL. Building Evidence for Practice: A Pilot Study of Newborn Bulb Suctioning at Birth. *J Midwifery Womens Health*. 2004;49(1):32–8.
  50. Association of Women’s Health O and NN. Immediate and Sustained Skin-to-Skin Contact for the Healthy Term Newborn After Birth: AWHONN Practice Brief Number 5. *Nurs Womens Health*. 2016;20(6):614–6.
  51. Pallás Alonso CR, Rodríguez López J. Factors associated with the safety of early skin-to-skin contact after delivery. *An Pediatr* [Internet]. 2014;80(4):203–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anpedi.2014.02.006>
  52. Hutchon D, Bettles N. Motherside care of the term neonate at birth. *Matern Heal Neonatol Perinatol* [Internet]. 2016;2(1):2–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s40748-016-0034-9>
  53. Monsieurs KRG, Nolan JP, Bossaert LL, Greif R, Maconochie IK, Nikolaou NI, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015. Section 1. Executive summary. *Resuscitation*. 2015;95:1–80.
  54. Sánchez Luna M, Pallás Alonso CR, Botet Mussons F, Echániz Urcelay I, Castro Conde JR, Narbona E. Recomendaciones para el cuidado y

- atención del recién nacido sano en el parto y en las primeras horas después del nacimiento. *An Pediatr.* 2009;71(4):349–61.
55. Aguayo Maldonado J, Cañedo Argüelles AC, Arena Ansótegui J, Canduela Martínez V, Flores Antón B, Gómez Papí A, et al. IHAN. Calidad en la asistencia profesional al nacimiento y la lactancia. *Minist Sanid Política Soc e Igual* [Internet]. 2011;1–151. Available from: <http://www.msc.es/organizacion/sns/planCalidadSNS/pdf/equidad/IHAN.pdf>
  56. Ministerio de Sanidad y Política Social del Gobierno Vasco. *Guía Práctica Clínica sobre la Atención al Parto Normal* [Internet]. 2010. 317 p. Available from: <https://www.msssi.gob.es/organizacion/sns/planCalidadSNS/pdf/equidad/guiaPracClinPartoCompleta.pdf>
  57. World Health Organization. *Recommendations for management of common childhood conditions* [Internet]. World Heal. World Health Organization, editor. Ginebra; 2012. 84 p. Available from: <http://europepmc.org/abstract/MED/10697870>
  58. Comunidad Europea. *Carta europea de los niños hospitalizados*. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas* 1986.
  59. *El parto es nuestro. Que no os separen* [Internet]. 2021 [cited 2021 Mar 20]. Available from: [www.quenoosseparen.info](http://www.quenoosseparen.info)
  60. Odent M. *El bebé es un mamífero* [Internet]. *Ob Stare.* 2009. 186 p. Available from: <https://obstare.com/es/parto-y-nacimiento/6-6-el-bebe-es-un-mamifero-michel-odent.html%0Ahttp://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=c>

at00574a&AN=cbzara.b1513629&site=eds-live

61. Rodríguez-Alarcón Gomez J, Elorriaga IA, Fernández-Llebrez L, Fernández AP, Avellanal CU, Sierra CO. Episodios aparentemente letales en las primeras dos horas de vida durante el contacto piel con piel. Incidencia y factores de riesgo. *Progresos Obstet y Ginecol.* 2011;54(2):55–9.
62. Dageville C, Pignol J, De Smet S. Very early neonatal apparent life-threatening events and sudden unexpected deaths: Incidence and risk factors. *Acta Paediatr Int J Paediatr.* 2008;97(7):866–9.
63. Finer N, Leone T. Oxygen saturation monitoring for the preterm infant: The evidence basis for current practice. *Pediatr Res.* 2009;65(4):375–80.
64. Sola A, Chow L, Rogido M. Pulse oxymetry in neonatal care in 2005. A comprehensive state of the art review. *An Pediatr [Internet].* 2005;62(3):266–81. Available from: <http://dx.doi.org/10.1157/13071843>
65. V. A. A Proposal For A New Method Of Evaluation Of The Newborn Infant. *Curr Res Anesth Analg.* 1953;32:260–7.
66. O'Donnell CPF, Omar C, Kamlin F, Davis PG, Carlin JB, Morley CJ. Clinical assessment of infant colour at delivery. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2007;92(6):465–7.
67. Dawson JA, Morley CJ. Monitoring oxygen saturation and heart rate in the early neonatal period. *Semin Fetal Neonatal Med [Internet].* 2010;15(4):203–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.siny.2010.03.004>
68. Kopotic RJ, Lindner W. Assessing high-risk infants in the delivery room with pulse oximetry. *Anesth Analg.* 2002;94(1 SUPPL.).

69. Sola A, Chow L, Rogido M. Oximetría de pulso en la asistencia neonatal en 2005. Revisión de los conocimientos actuales. *An Pediatr*. 2005;62(3):266–81.
70. Harris AP, Sendak MJ, Donham RT. Changes in arterial oxygen saturation immediately after birth in the human neonate. *J Pediatr*. 1986;109(1):117–9.
71. Deckardt R, Schneider KTM, Graeff H. Monitoring arterial oxygen saturation in the neonate. *J Perinat Med*. 1987;15(4):357–64.
72. Porter, KB; Goldhammer, R; Mankad, A; Peevy, K; Gaddy, J; Spinnato JA. Evaluation of arterial oxygen saturation in pregnant patients and their newborns. *Obstet Gynecol*. 1988;71:354–7.
73. Meier-Stauss P, Bucher HU, Hürlimann R, König V, Huch R. Pulse oximetry used for documenting oxygen saturation and right-to-left shunting immediately after birth. *Eur J Pediatr*. 1990;149(12):851–5.
74. Dimich I, Singh P, Adell A, Hendler M, Telfeyan C, Sonnenklar N. EVALUATION OF OXYGEN SATURATION (SpO<sub>2</sub>) MONITORING BY PULSE OXIMETRY IN NEONATES IN THE DELIVERY ROOM. *Anesth Analg*. 1990;70(Supplement):S84.
75. Gonzales GF, Salirrosas A. Pulse oxygen saturation and neurologic assessment in human neonates after vaginal and cesarean delivery. *Int J Gynecol Obstet*. 1998;63(1):63–6.
76. Toth B, Becker A, Seelbach-Göbel B. Oxygen saturation in healthy newborn infants immediately after birth measured by pulse oximetry. *Arch Gynecol Obstet*. 2002;266(2):105–7.
77. C.O.F. K, C.P.F. O, N.J. E, P.G. D, C.J. M. Accuracy of clinical assessment

- of infant heart rate in the delivery room. *Resuscitation* [Internet]. 2006;71(3):319–21. Available from: <http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L44792847%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2006.04.015>
78. Rabi Y, Yee W, Chen SY, Singhal N. Oxygen saturation trends immediately after birth. *J Pediatr*. 2006;148(5):590–4.
  79. Mariani G, Dik PB, Ezquer A, Aguirre A, Esteban ML, Perez C, et al. Pre-ductal and Post-ductal O<sub>2</sub> Saturation in Healthy Term Neonates after Birth. *J Pediatr*. 2007;150(4):418–21.
  80. Altuncu E, Özek E, Bilgen H, Topuzoglu A, Kavuncuoglu S. Percentiles of oxygen saturations in healthy term newborns in the first minutes of life. *Eur J Pediatr*. 2008;167(6):687–8.
  81. Dawson JA, Kamlin COF, Vento M, Wong C, Cole TJ, Donath SM, et al. Defining the reference range for oxygen saturation for infants after birth. *Pediatrics*. 2010;125(6).
  82. Dawson JA, Kamlin COF, Wong C, Te Pas AB, Vento M, Cole TJ, et al. Changes in heart rate in the first minutes after birth. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2010;95(3).
  83. Smit M, Dawson JA, Ganzeboom A, Hooper SB, Van Roosmalen J, Te Pas AB. Pulse oximetry in newborns with delayed cord clamping and immediate skin-to-skin contact. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2014;99(4):309–15.
  84. Bancalari A, Araneda H, Echeverria P, Marinovic A, Manríquez C. Arterial oxygen saturation and heart rate in term newborn in the first hour after birth. *Rev Chil Pediatr*. 2019;90(4):384–91.

85. Perلمان JM, Wyllie J, Kattwinkel J, Wyckoff MH, Aziz K, Guinsburg R, et al. Part 7: Neonatal resuscitation 2015 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations (reprint). *Pediatrics*. 2015;136:S120–66.
86. Katheria A, Hosono S, El-Naggar W. A new wrinkle: Umbilical cord management (how, when, who). *Semin Fetal Neonatal Med*. 2018;23(5):321–6.
87. Zhao Y, Hou R, Zhu X, Ren L, Lu H. Effects of delayed cord clamping on infants after neonatal period: A systematic review and meta-analysis. *Int J Nurs Stud* [Internet]. 2019;92:97–108. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2019.01.012>
88. Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia. Prenatal control of normal pregnancy. *Progresos Obstet y Ginecol*. 2018;61(5):510–27.
89. Massimo Europe Limited. Ficha técnica sensor LNCS Neo (Ref.2329). Madrid, Sucursal en España; 2019.
90. Massimo Europe Limited. Ficha técnica Radical 7 TouchScreen (Ref.9500). Madrid, Sucursal en España; 2019.
91. Radiometer. Radiometer [Internet]. 2020 [cited 2020 Dec 5]. Available from: <https://www.radiometer.es/es-es/productos-y-soluciones/análisis-de-gases-en-sangre/analizador-de-gases-en-sangre-abl90-flex>
92. Seca. Sitio Web. [Internet]. 2020 [cited 2020 Dec 5]. Available from: [https://www.seca.com/es\\_mx/productos/todos-los-productos/detalles-del-producto/seca334.html](https://www.seca.com/es_mx/productos/todos-los-productos/detalles-del-producto/seca334.html)
93. Sahni R, Gupta A, Ohira-Kist K, Rosen TS. Motion resistant pulse oximetry in neonates. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2003;88(6).

94. Workie FA, Rais-Bahrami K, Short BL. Clinical use of new-generation pulse oximeters in the neonatal intensive care unit. *Am J Perinatol.* 2005;22(7):357–60.
95. Hastings WK. Monte Carlo Sampling Methods Using Markov Chains and Their Applications. Vol. 57, *Biometrika.* 1970. 97 p.
96. Kroese JK, van Vonderen JJ, Narayen IC, Walther FJ, Hooper S, te Pas AB. The perfusion index of healthy term infants during transition at birth. *Eur J Pediatr.* 2016;175(4):475–9.
97. Pinheiro, José, Bates D. *Mixed-Effects Models in S and S-PLUS.* Springer-Verlag., editor. New York; 2000.
98. FE Harrell Jr. R package version. *rms: Regression Modeling Strategies.* R package version 5.1-4. 2019.
99. Cole TJ, Green PJ. Smoothing reference centile curves: The lms method and penalized likelihood. *Stat Med.* 1992;11(10):1305–19.
100. Wyllie J, Bruinenberg J, Roehr CC, Rüdiger M, Trevisanuto D, Urlesberger B. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 7. Resuscitation and support of transition of babies at birth. *Resuscitation.* 2015 Oct;95:249–63.
101. Khalid A, C. LH, B. EM, V. HA, D. K-RB, S. KV, et al. Part 5: Neonatal Resuscitation: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation [Internet].* 2020 Oct 20;142(16\_suppl\_2):S524–50. Available from: <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000902>
102. Zeballos Sarrato G, Salguero García E, Aguayo Maldonado J, Gómez Robles C, Thió Lluch M, Iriondo Sanz M. Adaptación de las

recomendaciones internacionales en estabilización y reanimación neonatal 2015. *An Pediatr* [Internet]. 2017;86(1):51.e1-51.e9. Available from:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1695403316302545>

103. Bhatt S, Alison BJ, Wallace EM, Crossley KJ, Gill AW, Kluckow M, et al. Delaying cord clamping until ventilation onset improves cardiovascular function at birth in preterm lambs. *J Physiol*. 2013;591(8):2113–26.
104. Lio A, Aurilia C, Zahra V, Moss TJ, LaRosa DA, Hooper SB, et al. Ventilation prior to umbilical cord clamping improves cardiovascular stability and oxygenation in preterm lambs after exposure to intrauterine inflammation. *Front Pediatr*. 2018;6(October):1–9.
105. KC A, Singhal N, Gautam J, Rana N, Andersson O. Effect of early versus delayed cord clamping in neonate on heart rate, breathing and oxygen saturation during first 10 minutes of birth - randomized clinical trial. *Matern Heal Neonatol Perinatol*. 2019;5(1):1–7.
106. Andersson O, Rana N, Ewald U, Målqvist M, Stripple G, Basnet O, et al. Intact cord resuscitation versus early cord clamping in the treatment of depressed newborn infants during the first 10 minutes of birth (Nepcord III) – a randomized clinical trial. *Matern Heal Neonatol Perinatol*. 2019;5(1):1–11.
107. Hooper SB, Polglase GR, Te Pas AB. A physiological approach to the timing of umbilical cord clamping at birth. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2015;100(4):F355–60.
108. Ceriani Cernadas JM. Timing of umbilical cord clamping of term infants. *Arch Argent Pediatr*. 2017;115(2):188–94.

109. Polglase GR, Dawson JA, Kluckow M, Gill AW, Davis PG, Te Pas AB, et al. Ventilation onset prior to umbilical cord clamping (physiological-based cord clamping) improves systemic and cerebral oxygenation in preterm lambs. *PLoS One*. 2015;10(2):1–13.
110. Brouwer E, Te Pas AB, Polglase GR, McGillick E V., Böhringer S, Crossley KJ, et al. Effect of spontaneous breathing on umbilical venous blood flow and placental transfusion during delayed cord clamping in preterm lambs. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2020;105(1):F26–32.
111. Knol R, Brouwer E, Klumper FJCM, van den Akker T, DeKoninck P, Hutten GJ, et al. Effectiveness of stabilization of preterm infants with intact umbilical cord using a purpose-built resuscitation table-study protocol for a randomized controlled trial. *Front Pediatr*. 2019;7(APR):1–8.
112. Knol R, Brouwer E, van den Akker T, DeKoninck P, van Geloven N, Polglase GR, et al. Physiological-based cord clamping in very preterm infants — Randomised controlled trial on effectiveness of stabilisation. *Resuscitation* [Internet]. 2020;147(December):26–33. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.12.007>
113. Duley L, Dorling J, Ayers S, Oliver S, Yoxall CW, Weeks A, et al. Improving quality of care and outcome at very preterm birth: the Preterm Birth research programme, including the Cord pilot RCT. *Program Grants Appl Res*. 2019;7(8):1–280.
114. Bancalari A, Araneda H, Echeverría P, Alvear M, Romero L. Arterial oxygen saturation and heart rate after birth in newborns with and without maternal bonding. *Pediatr Int*. 2016;58(10):993–7.
115. Takahashi Y, Tamakoshi K, Matsushima M, Kawabe T. Comparison of

- salivary cortisol, heart rate, and oxygen saturation between early skin-to-skin contact with different initiation and duration times in healthy, full-term infants. *Early Hum Dev* [Internet]. 2011;87(3):151–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2010.11.012>
116. Katheria, A.; Rich, W.; Finer N. Electrocardiogram Provides a Continuous Heart Rate Faster Than Oximetry During Neonatal Resuscitation. *Pediatrics*. 2012;130(5):X30–X30.
  117. Bjorland Peder Aleksander, Ersdal HL, Eilevstjønn J, Øymar K, Davis PG, Rettedal SI. Changes in heart rate from 5 s to 5 min after birth in vaginally delivered term newborns with delayed cord clamping. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2020;1–5.
  118. Spong CY. Defining “term” pregnancy: Recommendations from the defining “term” pregnancy workgroup. *Obstet Gynecol Surv*. 2013;68(9):611–2.
  119. Anim-Somuah M, Smyth RMD, Cyna AM, Cuthbert A. Epidural versus non-epidural or no analgesia for pain management in labour. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;2018(5).
  120. World Health Organization. WHO recommendations for Induction of labour. 2011.
  121. Ministerio de Sanidad Servicios Sociales e Igualdad. Estadística de Sistema de Información de Atención Especializada (SIAE). 2015; Available from: <https://www.msssi.gob.es/estadEstudios/estadisticas>
  122. Euro-Peristat Project. European Perinatal Health Report. Health and Care of Pregnant Women and Babies in Europe in 2010. *Eur Perinat Heal Rep*. 2013;252.
  123. Recio A. La atención al parto en España: Cifras para reflexionar sobre un

- problema. *Dilemata*. 2015;(18):13–26.
124. Organización Mundial de la Salud. Recomendaciones de la OMS para la conducción del trabajo de parto. *Recom la OMS para la conducción del Trab parto* [Internet]. 2016;44–52. Available from: [http://www.who.int/topics/maternal\\_health/directrices\\_OMS\\_parto\\_es.pdf](http://www.who.int/topics/maternal_health/directrices_OMS_parto_es.pdf)
125. Vento M, Cubells E, Escobar JJ, Escrig R, Aguar M, Brugada M, et al. Oxygen saturation after birth in preterm infants treated with continuous positive airway pressure and air: assessment of gender differences and comparison with a published nomogram. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2013;98(3).
126. Jiang H, Qian X, Carroli G, Garner P. Selective versus routine use of episiotomy for vaginal birth. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2017 Feb 8; Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD000081.pub3>
127. Valero J, Desantes D, Perales-Puchalt A, Rubio J, Diago Almela VJ, Perales A. Effect of delayed umbilical cord clamping on blood gas analysis. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2012;162(1):21–3.
128. Wiberg N, Källén K, Olofsson P. Delayed Umbilical Cord Clamping at Birth has Effects on Arterial and Venous Blood Gases and Lactate Concentrations. *Obstet Anesth Dig*. 2009;29(1):37–8.
129. Mokarami P, Wiberg N, Olofsson P. Hidden acidosis: An explanation of acid-base and lactate changes occurring in umbilical cord blood after delayed sampling. *BJOG An Int J Obstet Gynaecol*. 2013;120(8):996–1002.



---

# ANEXOS

- **Anexo I: Hoja de recogida de datos**
- **Anexo II: Informe favorable del comité de ética de la investigación con medicamentos del Hospital Universitario y Politécnico La Fe.**
- **Anexo III: Hoja recogida de información al paciente**
- **Anexo IV: Consentimiento informado del representante legal**
- **Anexo V: Consentimiento informado**
- **Anexo VI: Artículo publicado en “*The Journal Of Pediatrics*” con los resultados principales de la tesis.**



---

# ANEXO I

Hoja recogida de datos

# HOJA RECOGIDA DE DATOS

DÍA: \_\_\_\_\_ Parto: \_\_\_\_\_ h

MATERNOS		
<b>Edad Materna:</b>  <b>Paridad:</b>  <b>Patología gestacional*:</b>  <input type="checkbox"/> NO  <input type="checkbox"/> Sí *Especificar cuál en caso afirmativo:  .....		<i>Pegar etiqueta de la madre</i>
RECIÉN NACIDO		
<b>Edad gestacional:</b> +	<b>Peso (gr):</b>	<b>Sexo:</b>  <input type="checkbox"/> Mujer  <input type="checkbox"/> Varón
<b>pH</b>		
Arteria:      PCO <sub>2</sub> PO <sub>2</sub>		
Vena:      PCO <sub>2</sub> PO <sub>2</sub>		
<b>Apgar:</b>		
1 min:      5 min:      10 min:		
PARTO		
<b>Inicio del parto:</b>  <input type="checkbox"/> Espontáneo  <input type="checkbox"/> Inducido		<b>Tipo de parto:</b>  <input type="checkbox"/> Eutócico  <input type="checkbox"/> Instrumentado  <input type="checkbox"/> Ventosa  <input type="checkbox"/> Obstétrica  <input type="checkbox"/> Fórceps
<b>Analgesia:</b>  <input type="checkbox"/> Sin analgesia		

<input type="checkbox"/> Sedación farmacológica	<input type="checkbox"/> Espátulas
<input type="checkbox"/> Kalinox ®	<b>Color LA:</b>
<input type="checkbox"/> Epidural	<input type="checkbox"/> Claro
	<input type="checkbox"/> Meconial
<b>Episiotomía:</b>	:
<input type="checkbox"/> No	
<input type="checkbox"/> Sí	
<b>Alumbramiento:</b>	
<input type="checkbox"/> Dirigido	
<input type="checkbox"/> Espontáneo	
<b>TIEMPO:</b>	
Desde salida del RN hasta pinzamiento cordón (en segundos):	
<b>OTROS</b>	
<b>PULSIOXIMETRO UTILIZADO:</b>	
<b>NHC del RN:</b>	

---

## **ANEXO II**

**Informe favorable del comité de ética de la investigación con medicamentos del Hospital Universitario y Politécnico La Fe.**

**DICTAMEN DEL COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN CON  
MEDICAMENTOS**

Dña. María Tordera Baviera, titular de la Secretaría Técnica del Comité de Ética de la Investigación con medicamentos del Hospital Universitario y Politécnico La Fe,

**CERTIFICA**

Que este Comité ha evaluado en su sesión de fecha **25 de julio de 2018**, el Proyecto de Tesis:

**Título: "VALORES DE REFERENCIA DE SATURACIÓN DE OXÍGENO Y FRECUENCIA CARDIACA EN RECIÉN NACIDOS POR PARTO VAGINAL EN CONTACTO PIEL CON PIEL Y CON PINZAMIENTO TARDÍO DE CORDÓN UMBILICAL."**

Nº de registro: **2018/0256**

Versión/fecha de la memoria del proyecto: **TESIS**

Versión/fecha de la Hoja de Información al Paciente y Consentimiento Informado: **2/ Julio 2018**

Que dicho proyecto se ajusta a las normativas éticas sobre investigación biomédica con sujetos humanos y es viable en cuanto al planteamiento científico, objetivos, material y métodos, etc, descritos en la solicitud, así como la Hoja de Información al Paciente y el Consentimiento Informado.

En consecuencia, este Comité acuerda emitir **INFORME FAVORABLE** de dicho Proyecto de Tesis, que será realizado en el Hospital Universitario y Politécnico La Fe, siendo los Directores de la Tesis el **Dr. Máximo Vento Torres** del servicio de **NEONATOLOGÍA** y la **Dra. María José Alemany Anchel** del servicio de **ENFERMERÍA**, y el **DOCTORANDO D/ Dña. Celia Padilla Sánchez**.

Que el CEIm del Hospital Universitario y Politécnico La Fe, tanto en su composición como en sus procedimientos, cumple con las normas de BPC (CPMP/ICH/135/95) y con la legislación vigente que regula su funcionamiento, y que la composición del CEIm del Hospital Universitario y Politécnico La Fe es la indicada en el anexo I, teniendo en cuenta que, en el caso de que algún miembro participe en el estudio o declare algún conflicto de interés, no habrá participado en la evaluación ni en el dictamen de la solicitud de autorización del estudio clínico.

Lo que firmo en Valencia, a 25 de julio de 2018

Fdo.: **Dra. María Tordera Baviera**  
Secretaria Técnica del Comité de Ética de la Investigación con medicamentos



**ANEXO I**  
**COMPOSICIÓN CEIm**

**Presidente:**

Dra. Adela Cañete Nieto (Oncología Pediátrica)

**Vicepresidente:**

Dr. Salvador Aliño Pellicer (Catedrático Farmacólogo Clínico)

**Secretaria Técnica:**

Dra. María Tordera Baviera (Farmacéutica del Hospital)

**Miembros:**

Dr. Bonaventura Casanova Estruch (Neurología)

Dra. M<sup>a</sup> Isabel Izquierdo Maclán (Neonatología)

Dr. Luis Vicente Martínez Dolz (Cardiología)

Dra. Paula Ramírez Gallego (Medicina Intensiva - Miembro de la Comisión de Investigación)

Dra. Sara Brugger Frigols (Radiodiagnóstico)

D. Serafín Rodríguez Capellán (Licenciado en derecho - Ajeno a las profesiones sanitarias)

Dña. María Victoria Paricio Gómez (Enfermería)

Dr. José María Canelles Gamir (Farmacéutico de Atención Primaria)

Dr. Matteo Frasson (Cirugía General y Aparato Digestivo)

Dr. José Vicente Solanas Prats (Atención Primaria)

Dña. Pilar Robles Villalba (Vicepresidenta de la asociación de Miastenia - Miembro ajeno a las profesiones sanitarias)

Dr. Javier Lluna González (Cirugía Pediátrica - Miembro del Comité de Ética Asistencial - Formación acreditada en Bioética)

D. Miguel Ángel Cano Torres (Secretario de ASLEUVAL - Miembro Lego - Ajeno a las profesiones sanitarias)

---

## **ANEXO III**

**Hoja recogida de información al paciente**

## HOJA RECOGIDA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE

<b>Versión de la HIP:</b> 2	<b>Fecha de la versión:</b> Julio 2018
<b>Investigador Principal:</b> Celia Padilla Sánchez Grupo investigación Perinatología. Teléfono: 645138878	
<b>CENTRO:</b> Hospital Universitari i Politècnic La Fe	
<b>Título del proyecto de investigación:</b> <i>“Valores de referencia de saturación de oxígeno y frecuencia cardíaca en recién nacidos por parto vaginal en contacto piel con piel y con pinzamiento tardío de cordón umbilical”</i>	

### 1. INTRODUCCIÓN:

Nos dirigimos a usted para informarle sobre un estudio en el que se le invita a participar. El estudio ha sido aprobado por el Comité Ético de Investigación Biomédica del Hospital Universitario y Politécnico la Fe.

Nuestra intención es tan sólo que usted reciba la información correcta y suficiente para que pueda evaluar y juzgar si quiere o no participar 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 oportunas.

## **2. PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA:**

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

## **3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO:**

El presente proyecto pretende determinar los valores de referencia de saturación de oxígeno y la frecuencia cardíaca (medida de forma no invasiva mediante pulsioximetría) del recién nacido por parto vaginal en contacto precoz piel con piel y con realización de pinzamiento tardío del cordón umbilical.

Respecto a la monitorización de la pulsioximetría en las salas de partos, es un método no invasivo y continuo para medir el oxígeno y la frecuencia cardíaca del bebé, colocado en la mano derecha del recién nacido.

El “Contacto piel con piel” tras el nacimiento del bebé con su madre ha mostrados grandes beneficios. De forma inmediata: disminuye el llanto, mejora de la termorregulación del recién nacido y la estabilidad cardiopulmonar, precisa de menor tiempo para iniciar la succión, realiza el enganche al pecho más frecuentemente de forma adecuada y la lactancia materna se mantiene durante más tiempo. En la madre: mejora las habilidades maternas, las percepciones de su hijo/a, y hay una disminución de depresión y estrés psicológico durante el puerperio. Además, contribuye establecimiento de un vínculo afectivo y de apego entre ambos.

No obstante es una practica de introducción reciente en los paritorios y los valores de referencia de los parámetros anteriormente citados (saturación de oxígeno y la

frecuencia cardíaca) no están descritos en niños que se colocan en contacto piel con piel.

De igual manera ocurre con el pinzamiento tardío de cordón umbilical. A pesar de los beneficios que ha mostrado tener, faltan estudios de valores de referencia de saturación de oxígeno y la frecuencia cardíaca de recién nacidos a los que se les realiza dicho procedimiento.

Con todo lo expuesto anteriormente, tras analizar la escasa evidencia científica disponible al respecto, pretendemos obtener conclusiones que permitan mejorar la práctica del contacto piel con piel en paritorio, y propiciar que la adaptación del recién nacido a la vida extrauterina sea satisfactoria.

#### **4. BENEFICIOS Y RIESGOS DERIVADOS DE SU PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO:**

La participación en el estudio no supone ningún riesgo adicional ni para el recién nacido ni para los padres, que no sean los propios del contacto precoz piel con piel que se realiza habitualmente en paritorio. Puede no tener ningún beneficio sobre el recién nacido.

Además de los beneficios comentados en el apartado anterior sobre el contacto piel con piel, contribuirá a aumentar los conocimientos científicos que permitirán proporcionarle una mejor calidad asistencial mediante el empleo de nuevas tecnologías y técnicas innovadoras, así como mejorar los cuidados enfermeros basados en la evidencia, que permitan favorecer el vínculo madre/hijo/a y mejorar la adaptación a la vida extrauterina de los recién nacidos.

## **5. TRATAMIENTOS ALTERNATIVOS:**

La participación es completamente voluntaria y en cualquier momento puede dejar de participar, sin que tenga ningún efecto sobre los cuidados que requiera el recién nacido, continuando con el contacto precoz piel con piel si este es posible, pero sin la recogida de datos que implica participar en este estudio.

## **6. N° DE URGENCIA PARA PROBLEMAS DEL ESTUDIO:**

En caso de que desee formular preguntas acerca del estudio o daños relacionados con el mismo, contactar con la investigadora principal del estudio la enfermera y Residente de Matrona Celia Padilla Sánchez en el número de teléfono: 645138878 y en el siguiente correo electrónico: [celia.pad@gmail.com](mailto:celia.pad@gmail.com)

## **7. CONFIDENCIALIDAD:**

El tratamiento, la comunicación y la cesión de los datos de carácter personal de todos los sujetos participantes, se ajustará a lo dispuesto en la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre de protección de datos de carácter personal. Asimismo el tratamiento, la comunicación y cesión de los datos de carácter personal de todos los sujetos participantes del estudio también se ajustará a lo dispuesto en el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo del 27 de abril de 2016 de Protección de Datos (RGPD). De acuerdo a lo que establece la legislación mencionada, usted puede ejercer los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación de datos, para lo cual deberá dirigirse a su investigador del estudio. Los datos recogidos para el estudio estarán identificados mediante un código y sólo su investigadora del estudio o colaboradores podrán relacionar dichos datos con usted y con su historia

clínica. Por lo tanto, su identidad no será revelada a persona alguna salvo excepciones, en caso de urgencia médica o requerimiento legal.

Sólo se tramitarán a terceros y a otros países los datos recogidos para el estudio, que en ningún caso contendrán información que le pueda identificar directamente, como nombre y apellidos, iniciales, dirección, nº de la seguridad social, etc. En el caso de que se produzca esta cesión, será para los mismos fines del estudio descrito y garantizando la confidencialidad como mínimo con el nivel de protección de la legislación vigente en nuestro país. No obstante, tiene derecho a limitar el tratamiento de datos que sean incorrectos o que se trasladen a un tercero. También puede si lo desea solicitar una copia.

El acceso a su información personal quedará restringido al investigador del estudio, colaboradores, autoridades sanitarias (Agencia Española del Medicamento y Productos Sanitarios), al Comité Ético de Investigación Biomédica 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. El acceso a su historia clínica ha de ser sólo en lo relativo al estudio.

La responsable del registro es la investigadora principal.

## **8. COMPENSACIÓN ECONÓMICA:**

El promotor del estudio es el responsable de gestionar la financiación del mismo, por lo que su participación en éste no le supondrá ningún gasto.

## **9. OTRA INFORMACIÓN RELEVANTE:**

Si usted decide retirar el consentimiento para participar en este estudio, no se añadirá ningún dato nuevo a la base de datos y, puede exigir la destrucción de todas las muestras identificables previamente obtenidas para evitar la realización de nuevos análisis.

También debe saber que puede ser excluido del estudio si el promotor o los investigadores del mismo lo consideran oportuno, ya sea por motivos de seguridad, por cualquier acontecimiento adverso que se produzca por la mediación en estudio o porque consideren que usted no está cumpliendo con los procedimientos establecidos. En cualquiera de los casos, usted recibirá una explicación adecuada del motivo por el que se ha decidido su retirada del estudio.

El promotor podrá suspender el estudio siempre y cuando sea por alguno de los supuestos contemplados en la legislación vigente.

Al firmar la hoja de consentimiento adjunta, se compromete a cumplir con los procedimientos del estudio que se le han expuesto. Cuando acabe su participación recibirá el mejor tratamiento disponible y que su médico considere el más adecuado para su enfermedad. Por lo tanto, ni el investigador, ni el promotor, adquieren compromiso alguno de mantener dicho tratamiento fuera de este estudio.

---

## **ANEXO IV**

**Consentimiento informado del representante legal**

## CONSENTIMIENTO DEL REPRESENTANTE LEGAL

Título del estudio: **“Valores de referencia de saturación de oxígeno y frecuencia cardíaca en recién nacidos por parto vaginal en contacto piel con piel y con pinzamiento tardío de cordón umbilical”**

Yo, .....  
(nombre y apellidos)

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:.....  
(nombre del Investigador)

Comprendo que la participación de.....  
(nombre del participante) es voluntaria y comprendo que puede retirarse del estudio:

- 1º Cuando quiera
- 2º Sin tener que dar explicaciones.
- 3º Sin que esto repercuta en sus cuidados médicos.

Y presto mi conformidad con que ..... (nombre del participante)  
participe en el estudio.

Firma del Representante

Firma del Investigador

Nombre:  
Fecha:

Nombre:  
Fecha:

---

# ANEXO V

Consentimiento informado

## CONSENTIMIENTO POR ESCRITO

Título del estudio: **“Valores de referencia de saturación de oxígeno y frecuencia cardiaca en recién nacidos por parto vaginal en contacto piel con piel y con pinzamiento tardío de cordón umbilical”**

Yo, .....  
(nombre y apellidos)

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: .....  
(nombre del Investigador)

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

- 1º Cuando quiera
- 2º Sin tener que dar explicaciones.
- 3º Sin que esto repercuta en mis cuidados médicos.

Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio.

Firma del Representante

Firma del Investigador

Nombre:  
Fecha:

Nombre:  
Fecha:

---

## ANEXO VI

**Artículo publicado:** *Padilla-Sánchez C, Baixauli-Alacreu S, Cañada-Martínez AJ, Solaz-García Á, Alemany-Anchel MJ, Vento M. Delayed vs Immediate Cord Clamping Changes Oxygen Saturation and Heart Rate Patterns in the First Minutes after Birth. J Pediatr. 2020Dec;227:149-156.e1.*

## Delayed vs Immediate Cord Clamping Changes Oxygen Saturation and Heart Rate Patterns in the First Minutes after Birth

Celia Padilla-Sánchez, CNM<sup>1,2,3</sup>, Susana Baixauli-Alacreu, CNM<sup>1,2,3</sup>, Antonio José Cañada-Martínez, MSN<sup>4</sup>,  
Álvaro Solaz-García, MSN<sup>5</sup>, María José Alemany-Anchel, PhD<sup>6</sup>, and Máximo Vento Torres, PhD<sup>1,6</sup>

**Objective** To build arterial oxygen saturation (SpO<sub>2</sub>) and heart rate (HR) percentiles for the first 10 minutes after birth in term infants born after an uneventful gestation, vaginal delivery, and delayed cord clamping (DCC) for ≥60 seconds, and to compare our results with previous ones constructed after immediate cord clamping.

**Study design** Preductal SpO<sub>2</sub>, HR, and timing of DCC immediately after complete fetal body expulsion were recorded. The pulse-oximeter was adjusted in the right wrist/hand and set at maximal intensity and measurements performed every 2 seconds.

**Results** A total of 282 term newborn infants were included. The definitive data set comprised of 70 257 SpO<sub>2</sub> and 79 746 HR measurements. Median and IQR of SpO<sub>2</sub> (%) at 1, 5, and 10 minutes after birth were 77 (68-85), 94 (90-96), and 96 (93-98), respectively. HR (beats per minute) median and IQR at 1, 5, and 10 minutes after birth were 148 (84-170), 155 (143-167), and 151 (142-161), respectively. We found significantly higher SpO<sub>2</sub> for the 10th, 50th, and 90th percentiles compared with the previous reference ranges for the first 5 minutes and HR for the first 1-2 minutes after birth.

**Conclusions** Spontaneously breathing term newborn infants born by vaginal delivery who underwent DCC ≥60 seconds achieved higher SpO<sub>2</sub> and HR in the first 5 minutes after birth compared with term neonates born under the same conditions but with immediate cord clamping. Further studies in neonates undergoing cesarean delivery are under way. (*J Pediatr* 2020; ■:1-8).

The fetal life environment is relatively hypoxic compared with the extrauterine state. In the uterus, the arterial partial pressure of oxygen is 25-30 mm Hg compared with 80-90 mm Hg in the mother. The existing oxygen gradient between the mother and the fetus drives maternal-fetal gas exchange across the intervillous space of the placenta.<sup>1</sup> The fetal-to-neonatal transition requires a series of physiological adjustments performed in a precise sequence.<sup>2</sup> Immediately after birth, the onset of breathing rapidly increases the arterial partial pressure of oxygen and subsequently the availability of oxygen to the tissues.<sup>3,4</sup>

Cord clamping immediately after birth reduces right heart preload and pulmonary perfusion negatively influencing cardio-respiratory circulatory postnatal adaptation.<sup>2</sup> However, in recent years, delaying cord clamping (DCC) for around 1 minute has become a widely used clinical practice. DCC allows transferring a significant volume of placental blood to the newborn circulation that contributes to the hemodynamic stabilization and oxygenation of the newly born infant.<sup>5,6</sup>

Traditionally, postnatal perfusion and oxygenation have been subjectively assessed by observing the color of the newborn infant, which accounts for 20% of the Apgar score.<sup>7</sup> However, given the great inter- and intraobserver variability in the assessment of color even among expert neonatologists,<sup>8</sup> whenever a newborn baby requires resuscitation, arterial oxygen saturation (SpO<sub>2</sub>) measured by pulse oximetry has become the standard of care in the delivery room (DR).<sup>9</sup> Pulse oximetry provides a continuous and reliable reading of heart rate (HR) and SpO<sub>2</sub> in <2 minutes.<sup>10</sup> The evolution of SpO<sub>2</sub> and HR in the first minutes after birth has been widely studied under different circumstances such as type of delivery (vaginal or cesarean) and/or pre- or postductal readings.<sup>3,11-24</sup> Dawson et al built a reference range for SpO<sub>2</sub> and HR by retrieving these measures during the first 10 minutes after birth and using pulse oximetry in babies (308 term and 160 preterm

From the <sup>1</sup>University and Polytechnic Hospital La Fe, Valencia, Spain; <sup>2</sup>University of Valencia (UV), Spain; <sup>3</sup>Generalitat Valenciana, Conselleria de Salut, Unidad Docente de Matronas, Spain; <sup>4</sup>Data Science Unit, Health Research Institute La Fe (IIS La Fe) Valencia, Spain; <sup>5</sup>Neonatal Research Group, Health Research Institute La Fe, Valencia, Spain; and <sup>6</sup>Nursing and Midwifery School of the Valencian Community, Spain

C.-P.-S. acknowledges a grant for the development of Clinical and Care Research Projects of the Health Department Valencia-La Fe (02/2019 of May 6, 2019). A.S.-G. acknowledges a predoctoral contract by the RETICS funded by the PN 2018-2021 (Spain), ISCIII-Sub-Directorate General for Research Assessment and Promotion and the European Regional Development Fund (FEDER), reference RD16/0022. M.V. acknowledges a research grant PI17/0131 from the Health Research Institute Carlos III (Ministry of Science and Innovation; Kingdom of Spain). The other authors declare no conflicts of interest.

0022-3476/\$ - see front matter. © 2020 Elsevier Inc. All rights reserved.  
<https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2020.07.045>

AHA	American Heart Association
bpm	Beats per minute
DCC	Delayed (delaying) cord clamping
DR	Delivery room
ERC	European Resuscitation Council
HR	Heart rate
PI	Perfusion index
SpO <sub>2</sub>	Arterial oxygen saturation
LMS	Licentiate in medicine and surgery

gestation) who did not require resuscitation or oxygen after uneventful deliveries.<sup>3</sup> SpO<sub>2</sub> IQR at 3, 5, and 10 minutes were 81% (71%-90%), 92% (83%-96%), and 97% (94%-98%) for term infants and 76% (67%-83%), 86% (80%-92%), and 94% (91%-97%) for preterm infants. Preterm infants represented 34% and very preterm <32 weeks of gestation constituted only 8% of the total. Although the majority of the babies included in this study underwent immediate cord clamping, this information was not included in the final publication.<sup>3</sup>

DCC and skin-to-skin contact immediately after birth has become a standard DR practice according to the 2018 guidelines of the Spanish Society for Obstetrics and Gynecology.<sup>25</sup> In the present study, we recorded preductal SpO<sub>2</sub> and HR in the first 10 minutes after birth in infants born by vaginal delivery after an uncomplicated gestation and allowed for DCC and skin-to-skin contact. Our primary objective was to build a percentile chart reflecting the physiologic oxygenation of healthy newly born infants with DCC for ≥60 seconds after birth.

## Methods

Eligible infants were term newborn babies (≥37 weeks of gestation) born in the Maternity Ward of the University and Polytechnic Hospital La Fe (Valencia) after an uneventful pregnancy and vaginal delivery and not needing resuscitation or oxygen in the DR and whose parents approved participation. We defined birth as the expulsion of the entire fetal body. Babies <37 weeks of gestation, born by cesarean delivery, or needing any type of resuscitation maneuvers, with congenital malformations or chromosomopathies, not adequately monitored in the DR or with DCC for <60 seconds were excluded.

The study design was approved by the Ethics Committee of the University and Polytechnic Hospital La Fe, and parents of all the enrolled patients signed the informed consent when admitted to the Obstetric ward and before delivery took place.

The study team approached mothers with uncomplicated term pregnancies following the information received from the midwives present in the delivery suites. Mothers and fathers (if present) were informed about the study and asked for consent.

Immediately after birth, the Apgar timer was started and the pulse oximeter sensor (Masimo SET Masimo M-LNCS Neo [Low Noise Cabled Sensor], Irvine, California) was placed on the infant's right hand or wrist to get pre-ductal SpO<sub>2</sub> and HR. The sensor was immediately connected to the oximeter (Pulsi CO-Oximeter Radical 7 touch screen, Masimo, California).<sup>26-28</sup> SpO<sub>2</sub> and HR measurements were set at 2-second intervals and maximal sensitivity. SpO<sub>2</sub> sensitivity was set at ±3% for a 60%-80% SpO<sub>2</sub> range and HR sensitivity was set at ±3 beats per minute (bpm) for a 25-240 bpm range.<sup>29,30</sup> After pulse oximetry connection, newborn infants were put in a prone position on the mother's chest and covered with warm sheets and a wool cap to

prevent hypothermia for at least 45 minutes. The umbilical cord was left patent for ≥60 seconds after birth. Researchers were not involved in clinical decisions or interventions. The monitor alarms were silenced to avoid interfering with the resuscitation procedures. The start-up of the Apgar timer, which coincided with complete fetal expulsion, was considered time zero for calculating time of DCC and readings of the pulse oximeter. Whenever the cord was clamped, the reading of the Apgar timer in seconds was recorded as "time of DCC" expressed in seconds. We recorded data during the first 10 minutes after birth. The data were downloaded to an individual Excel (Microsoft, Seattle, Washington) spreadsheet.

SpO<sub>2</sub> and HR data were stored and processed only when the signal was of good quality and in the absence of alarm messages (low perfusion, sensor off, ambient light, and low signal). We employed the perfusion index (PI) to clean the data. Thus, when the PI was <1.24, data were deleted. We employed another ad hoc designed spreadsheet to include further descriptive data from the infant, mother, and delivery (Table I).

## Statistical Analyses

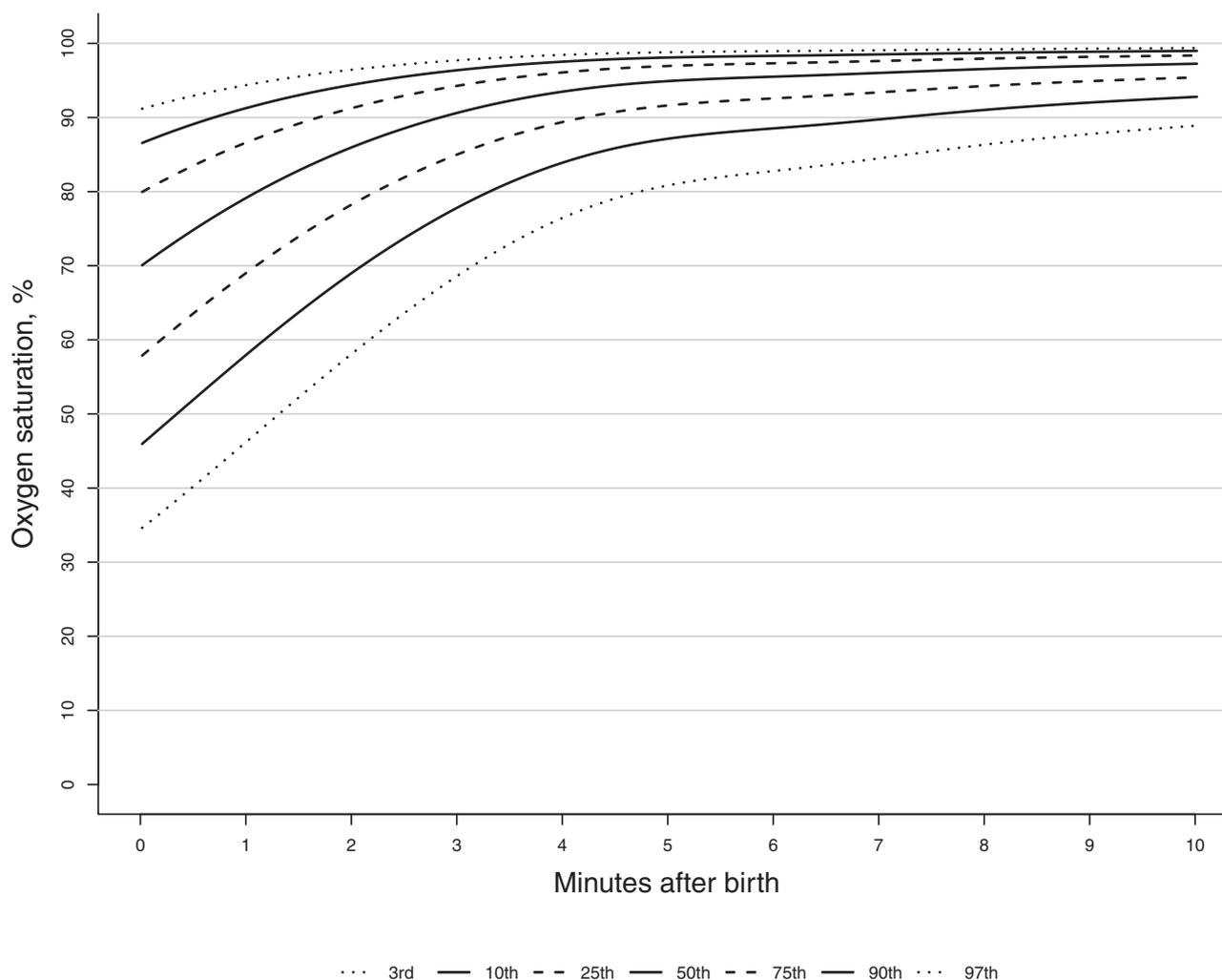
Data were summarized as mean (SD) and median (first, third quartile) in the case of continuous variables, and relative and absolute frequencies in the case of categorical variables.

Statistical analysis was divided into 2 parts. First, SpO<sub>2</sub> and HR percentiles were calculated by generalized least squares<sup>31</sup> regression using the rms R package (v 5.4-1).<sup>32</sup> Relevant variables such as gestational age, sex, analgesia, start (spontaneous/induced), and type of delivery (eutocic/instrumented) were introduced in the model.

We included a within-group correlation structure to correct for nonindependent observations. SpO<sub>2</sub> values of 100 were changed to 99.9 and then all SpO<sub>2</sub> values were divided by 100 so that a logit transformation could be applied. We allowed for nonlinear relationships between time (minutes) and the different response variables using natural splines. Percentiles were calculated based on the quantile function

**Table I. Perinatal characteristics of mothers, infants, and delivery included the study**

Characteristics	N = 282
Gestational age, median (range), wk	40 (37-41)
Female, n (%)	153 (54.26%)
Birth weight, mean ± SD, g	3306 ± 412
Time of DCC, mean ± SD, s	110 ± 62
Mother age, mean ± SD, y	31 (28, 35)
Labor commenced spontaneously, n (%)	179 (63.48%)
Episiotomy, n (%)	76 (26.95%)
Epidural analgesia, n (%)	232 (82.27%)
Instrumental delivery, n (%)	18 (6.38%)
First pregnancy	121 (42.91%)
Apgar score at 1 min, median (IQR)	10 (7-10)
Apgar score at 5 min, median (IQR)	10 (8-10)
Time from birth to first pulse oximetry data, median (IQR), s	62 (10-118)



**Figure 2.** The graph depicts 3rd, 10th, 25th, 50th, 75th, 90th, and 97th percentiles of preductal SpO<sub>2</sub> measured with pulse oximetry in term newborn infants during the first 10 minutes with DCC for  $\geq 60$  seconds.

for the standard normal distribution. The estimated residual SE of each model was multiplied by the value of a standard normal distribution corresponding to the required quantile and added to the predicted mean. Logit SpO<sub>2</sub> percentile values were back-transformed to depict the results. Second, to perform a comparison with the percentiles from Dawson for babies born by vaginal delivery, we calculated the skewness-median-coefficient of variation (LMS) described by Cole and Green and fitted the results using the gamlss R package (v 5.1-6).<sup>3,24,33</sup> We used R statistical package (v 3.6.1) to perform statistical analyses.

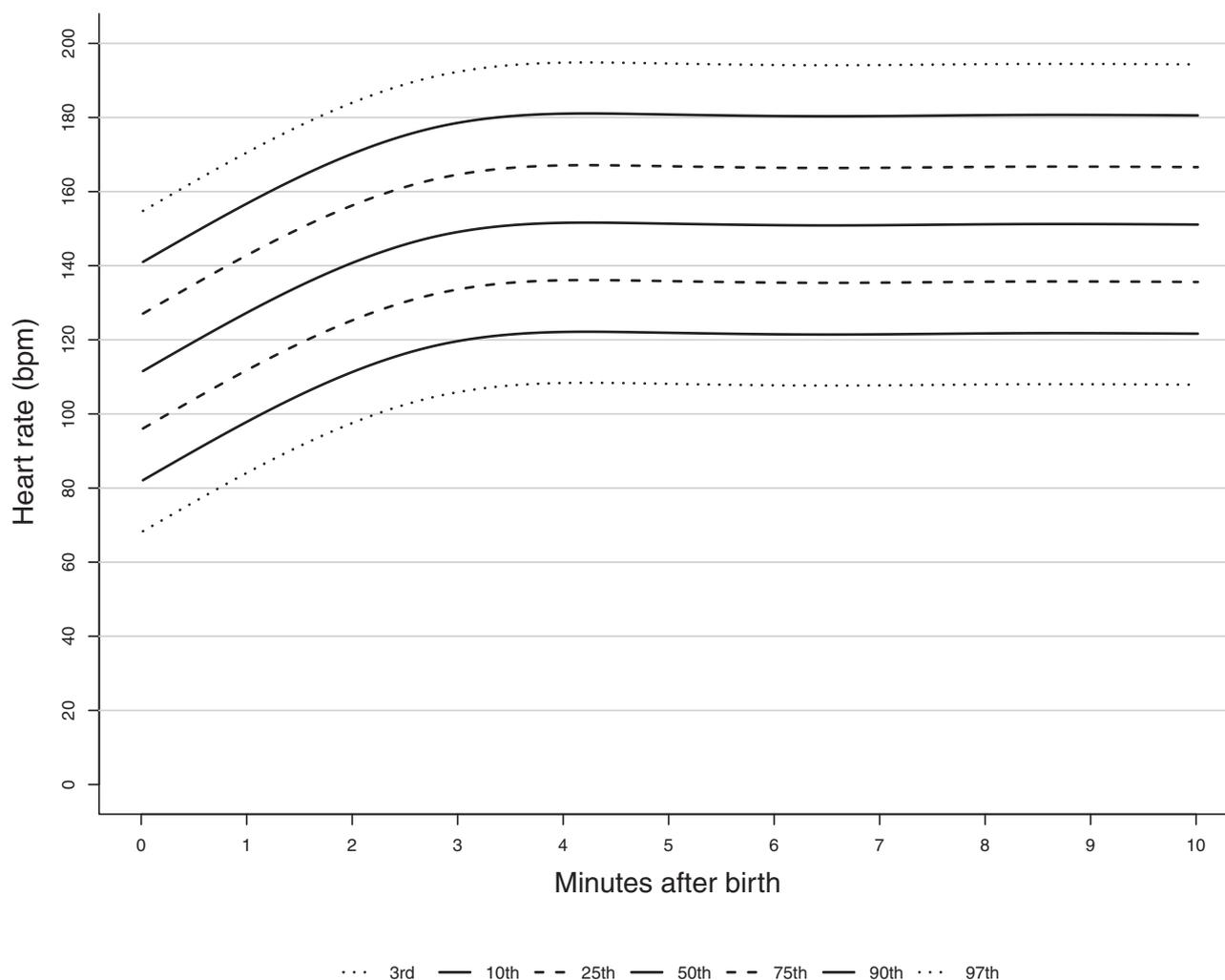
## Results

A total of 282 infants completed between July 2018 and September 2019. The final data set included 70 257 SpO<sub>2</sub> and 79 746 HR measurements (Figure 1; available at [www.jpeds.com](http://www.jpeds.com)). Table I describes the characteristics of the infants, mothers, and delivery.

Cord clamping was delayed  $110 \pm 62$  seconds after total fetal expulsion (Table I). We determined 3rd, 10th, 25th, 50th, 75th, 90th, and 97th percentiles for SpO<sub>2</sub> and HR. Results are graphically depicted in Figures 2 and 3. Numerical values are shown in Tables II and III (available at [www.jpeds.com](http://www.jpeds.com)).

Median (IQR) of SpO<sub>2</sub> expressed in percentages (%) at 1, 5, and 10 minutes after birth were 77 (68-85), 94 (90-96), and 96 (93-98), respectively. Median (IQR) of HR, expressed in bpm from at 1, 5, and 10 minutes after birth were 148 (84-170), 155 (143-167), and 151 (142-161), respectively.

Tables IV and V show the median (IQR) for SpO<sub>2</sub> and HR in the first 10 minutes after birth compared with the vaginal birth group from Dawson (n = 246)<sup>3,24</sup> and also with the European Resuscitation Council (ERC)<sup>34</sup> and American Heart Association (AHA)<sup>35</sup> recommended target SpO<sub>2</sub>. Figures 4 and 5 depict the graphs with the 10th, 50th, and 90th percentiles of SpO<sub>2</sub> and HR in our



**Figure 3.** The graph depicts 3rd, 10th, 25th, 50th, 75th, 90th, and 97th percentiles of HR measured with pulse oximetry in term newborn infants during the first 10 minutes with DCC for  $\geq 60$  seconds.

study overlaid with the reference ranges for vaginal birth from Dawson.

## Discussion

We aimed to assess a normality range for SpO<sub>2</sub> and HR using pulse oximetry in babies born at term after an uneventful pregnancy by vaginal delivery and with DCC for  $\geq 60$  seconds as presently recommended.<sup>25</sup> HR in the first 5 minutes after birth was accurately recorded by Linde et al, with similar results using a dry electrode EKG.<sup>36</sup> The cord was kept patent for more than 1 minute ( $110 \pm 62$  seconds) according to the 2018 guidelines of the Spanish Society of Obstetrics and Gynecology.<sup>25</sup> Normality ranges from Dawson were developed 10 years ago<sup>3,24</sup> when DCC was recommended. In 2015, ERC and AHA guidelines recommended DCC for 30 seconds when the baby did not need resuscitation; however, the SpO<sub>2</sub> ranges targeted remained unchanged.<sup>34,35</sup> The Dawson ranges<sup>3</sup> and the ERC<sup>34</sup> and AHA<sup>35</sup> target saturations

stand out with substantial differences with our ranges. The 10th, 50th, and 90th SpO<sub>2</sub> percentiles range in our study (Figure 4) show significantly higher SpO<sub>2</sub> values in the first 5 minutes after birth than the graphs from Dawson.<sup>3</sup> Moreover, in Table II, ERC<sup>34</sup> and AHA<sup>35</sup> target SpO<sub>2</sub> ranges are substantially lower in each of the first 5 minutes after birth when compared with our ranges. Similarly, the 10th, 50th, and 90th percentiles for HR show less variation in our graphs when compared with those from Dawson especially in the first minutes after birth (Figure 5).<sup>24</sup> Thus, the HR in the first 2 minutes is higher in our reference range and stabilizes earlier than in the study by Dawson.<sup>24</sup> Because the reference ranges elaborated by Dawson et al included preterm infants and/or babies born by cesarean delivery, we also compared HR and SpO<sub>2</sub> median (IQR) for the 1st to the 10th minute after birth between the vaginal birth group (n = 246) in Dawson and our cohort (DCC) (Tables II and III).<sup>3,24</sup> SpO<sub>2</sub> ranges were significantly higher in the first 5 minutes after birth in our group compared with those found by Dawson.<sup>3</sup> We also

**Table IV.** Preductal SpO<sub>2</sub>, median, and IQR from the 1st to 10th minute after birth for our cohort (DCC) and the reference range in Dawson for vaginal birth

Min after birth	SpO <sub>2</sub> , median (IQR), %		P value
	DCC (n = 282) Median (IQR)	Dawson vaginal birth (n = 246) Median (IQR)	
1	77 (68- 85)	67 (62-76)	<.001
2	83 (74-91)	71 (60-78)	<.001
3	90 (82-95)	80 (68-89)	<.001
4	92 (88-96)	86 (78-94)	<.001
5	94 (90-96)	92 (83-96)	.04
6	95 (91-97)	94 (87-97)	.19
7	95 (92-97)	95 (90-97)	.21
8	95 (92-98)	96 (92-98)	.45
9	96 (94-98)	96 (93-97)	.30
10	96 (93-98)	96 (93-98)	.23

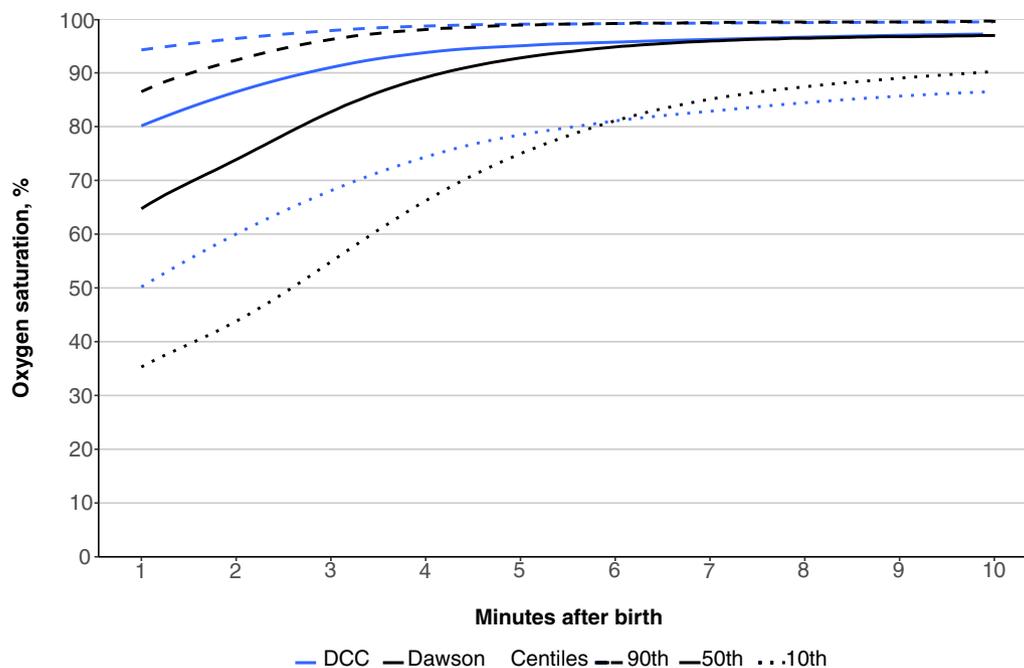
**Table V.** HR median and IQR expressed in bpm the 1st to 10th minute after birth for our cohort (DCC) and the reference range in Dawson for vaginal birth

Min after birth	HR, median (IQR), bpm		P value
	DCC (n = 282) Median (IQR)	Dawson vaginal birth (n = 246) Median (IQR)	
1	148 (84-170)	99 (66-132)	<.001
2	154 (124-169)	144 (115-171)	<.001
3	157 (143-170)	160 (138-180)	<.001
4	158 (144-170)	163 (145-181)	<.001
5	155 (143-167)	164 (147-180)	<.001
6	152 (141-168)	163 (147-179)	<.001
7	153 (142-163)	162 (146-178)	<.001
8	152 (140-164)	159 (144-173)	<.001
9	152 (142-161)	157 (143-172)	<.001
10	151 (142-161)	157 (142-171)	<.001

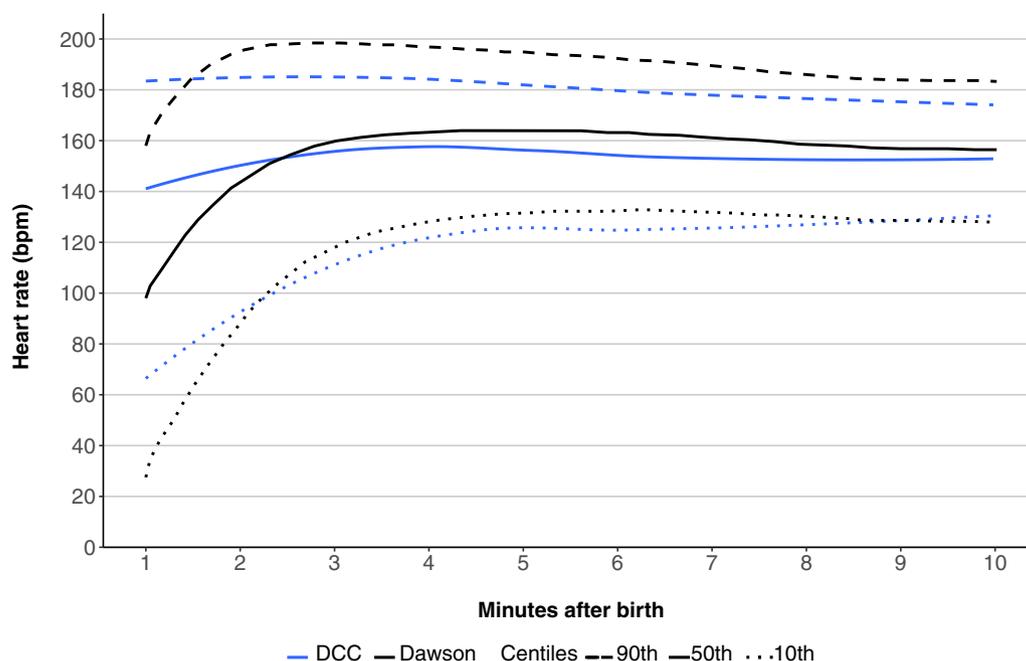
found significant differences for HR between both ranges along the first 10 minutes.<sup>24</sup>

The benefits of DCC have been attributed to an increase in the circulating blood volume that would stabilize the infant’s hemodynamics and contribute to preventing iron-deficient anemia.<sup>6</sup> Studies of the physiology of the fetal to neonatal transition in animal models have shown that DCC improves cardiovascular function and brain perfusion.<sup>37-39</sup> The initiation of breathing immediately after birth causes pulmonary vasodilatation and subsequently reduces pulmonary vascular resistance. The blood coming from the placenta through the patent cord increases the right ventricle preload contributing to hemodynamic stabilization.<sup>40,41</sup> Prolonging the time to

cord clamping positively influences the achievement of higher SpO<sub>2</sub> in newborn babies. Bancalari et al reported post-ductal SpO<sub>2</sub> and HR of 324 term newborns born by vaginal delivery and cesarean delivery subjected to cord clamping 30-60 seconds after birth.<sup>23</sup> The SpO<sub>2</sub> mean in the study by Bancalari et al for babies born by vaginal delivery at 1, 3, and 5 minutes was 62%, 75%, and 86%, whereas in our study we reported 77%, 90%, and 94% for the same timing after birth. Ashish et al randomized newborn infants ≥33 weeks of gestation to cord clamping at ≥180 seconds or ≤60 seconds after birth.<sup>42</sup> The main outcomes were evolving SpO<sub>2</sub> and HR in the first 10 minutes and time to spontaneous breathing.<sup>42</sup> SpO<sub>2</sub> was significantly higher at 1 minute



**Figure 4.** Comparison of the 10th, 50th, and 90th percentiles for SpO<sub>2</sub> measured with preductal pulse oximetry between the reference range in Dawson<sup>3</sup> and our study group that included DCC for ≥60 seconds.



**Figure 5.** Comparison of the 10th, 50th, and 90th percentiles for HR measured with pulse oximetry between the reference range in Dawson<sup>24</sup> and our study group that included DCC for  $\geq 60$  seconds.

(+18%), 5 minutes (+13%), and 10 minutes (+10%) in the group with patent cord  $\geq 180$  seconds. The SpO<sub>2</sub> values in the DCC group of Ashish et al were 79.8%, 91.2%, and 98.0% at 1, 5, and 10 minutes, similar to the values found in our study (77%, 90%, and 94%) at the same time points.<sup>42</sup> Anderson et al randomized late preterm and term infants born by vaginal delivery that needed respiratory support to become resuscitated with patent ( $>3$  minutes) or early clamped cord ( $<1$  minute).<sup>43</sup> The main clinical outcomes were SpO<sub>2</sub>, HR, and Apgar score at 1, 5, and 10 minutes after birth. SpO<sub>2</sub> was significantly higher in the intact cord group at 1 (79.8% vs 62.4%;  $P < .001$ ), 5 (91.4% vs 76.6%;  $P < .001$ ), and 10 (98% vs 85.4%;  $P < .001$ ) minutes after birth. HR was significantly higher in the early clamped group; however, in the delayed clamping group HR was  $>100$  bpm at 1, 5, and 10 minutes.<sup>20</sup> International Liaison Committee on Resuscitation recommends in severely depressed newborn infants to clamp the cord immediately after birth and give priority to initiating resuscitation maneuvers.<sup>44</sup> However, experimental evidence and preliminary clinical trials convey that initiating ventilation with a patent cord while keeping the baby close to his/her mother is feasible and contributes to hemodynamic stabilization even in extremely preterm infants.<sup>40,45,46</sup> In this regard, several clinical trials targeting mother side stabilization of the newly born infant are ongoing. These studies include on-purpose designed devices to facilitate resuscitation with an intact cord and closeness to the mother.<sup>47-50</sup>

The use of pulse oximetry to monitor HR in the DR has limitations.<sup>51</sup> Katheria et al reported the superiority of electrocardiography compared with pulse oximetry to assess the presence of bradycardia in the first minutes after birth.<sup>52</sup>

To minimize this limitation, we used pulse oximeters that included a filter to reject motion artifacts, set the maximum sensitivity, and increased the frequency of measurements to every 2 seconds. Thereby, we were able to capture the rapid changes of SpO<sub>2</sub> and HR during postnatal adaptation.<sup>29,30</sup> Also, to enhance the reliability of SpO<sub>2</sub> and HR, we employed the PI as an additional continuous noninvasive measure that evaluated hemodynamic changes. Normal values for the PI are  $>1.24$ ; hence, values for SpO<sub>2</sub> and HR with a PI  $<1.24$  were deleted.<sup>53</sup> We were sometimes limited by the difficulty of gathering the entire research group in the DR for monitoring and data retrieval. However, having a single and highly trained research group contributed to keeping up with a stringent methodological protocol and conferred homogeneity to the results.

We acknowledge limitations when comparing our results with the previous nomogram by Dawson et al.<sup>3,24</sup> The data provided for vaginal delivery in **Table IV** of the study by Dawson<sup>3</sup> included also preterm infants, whereas in our study all our babies were term infants. However, it should be underscored that very preterm babies  $<32$  weeks of gestation included in the study by Dawson and who had the lowest initial SpO<sub>2</sub>s, were born by cesarean delivery and, therefore, were not included in the vaginally delivered group. Thus, the vaginally delivered group in the study by Dawson only included late preterm and term infants.

DCC  $\geq 60$  seconds and early skin-to-skin contact influences preductal SpO<sub>2</sub> and HR during the first 10 minutes after birth. In our study, newborn infants achieved significantly higher minute-by-minute SpO<sub>2</sub> values in the first 5 minutes of life than the target saturations recommended by the ERC

and the AHA guidelines.<sup>34,35</sup> Similarly, we found significantly higher values and earlier stabilization of HR in the first 2 minutes after birth than those shown in the reference range in Dawson.<sup>24</sup>

We conclude that DCC for more than 1 minute facilitates earlier stabilization of postnatal oxygenation and HR in the first minutes after birth in healthy term newborn infants as reflected in the updated ranges. The target ranges for SpO<sub>2</sub> and HR built in our study constitute a useful tool to guide resuscitation in term babies born by vaginal delivery and undergoing DCC for ≥60 seconds. Further studies for cesarean delivery with DCC are ongoing. ■

*We thank Dr María Gormaz for reviewing the first draft of the study protocol. We also thank the midwives of our hospital who helped us recruiting patients for the study, and especially Lourdes Olmos for her decisive contribution.*

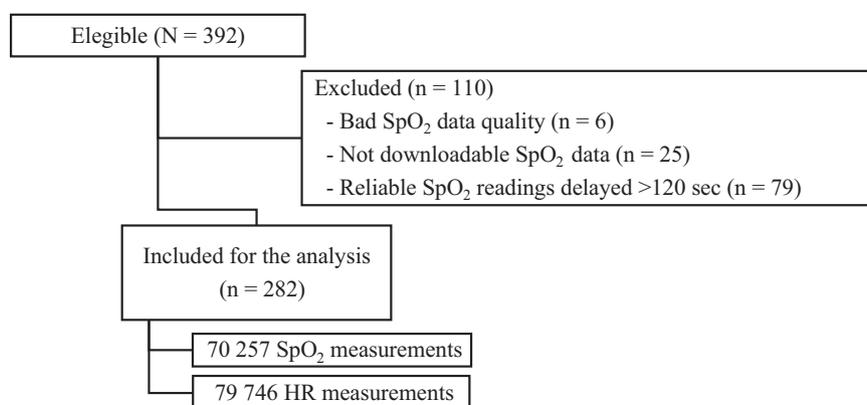
Submitted for publication Apr 11, 2020; last revision received Jun 24, 2020; accepted Jul 10, 2020.

Reprint requests: Máximo Vento Torres, MD, PhD, Neonatal Research Group, Health Research Institute La Fe, Tower A 7th floor, Avenida Fernando Abril Martorell 106, 46026 Valencia, Spain. E-mail: [maximo.vento@uv.es](mailto:maximo.vento@uv.es)

## References

- Vento M, Teramo K. Evaluating the fetus at risk for cardiopulmonary compromise. *Semin Fetal Neonatal Med* 2013;18:324-9.
- Hooper SB, Te Pas AB, Lang J, Van Vonderen JJ, Roehr CC, Kluckow M, et al. Cardiovascular transition at birth: a physiological sequence. *Pediatr Res* 2015;77:608-14.
- Dawson JA, Kamlin COF, Vento M, Wong C, Cole TJ, Donath SM, et al. Defining the reference range for oxygen saturation for infants after birth. *Pediatrics* 2010;125:e1340-7.
- Vento M, Escobar J, Cernada M, Escrig R, Aguar M. The Use and misuse of oxygen during the neonatal period. *Clin Perinatol* 2012;39:165-76.
- Katheria A, Hosono S, El-Naggar W. A new wrinkle: umbilical cord management (how, when, who). *Semin Fetal Neonatal Med* 2018;23:321-6.
- Zhao Y, Hou R, Zhu X, Ren L, Lu H. Effects of delayed cord clamping on infants after neonatal period: a systematic review and meta-analysis. *Int J Nurs Stud* 2019;92:97-108.
- Apgar V. A proposal for a new method of evaluation of the newborn infant. *Curr Res Anesth Analg* 1953;32:260-7.
- O'Donnell CPF, Omar C, Kamlin F, Davis PG, Carlin JB, Morley CJ. Clinical assessment of infant colour at delivery. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2007;92:465-7.
- Dawson JA, Morley CJ. Monitoring oxygen saturation and heart rate in the early neonatal period. *Semin Fetal Neonatal Med* 2010;15:203-7.
- Finer N, Leone T. Oxygen saturation monitoring for the preterm infant: The evidence basis for current practice. *Pediatr Res* 2009;65:375-80.
- Harris AP, Sendak MJ, Donham RT. Changes in arterial oxygen saturation immediately after birth in the human neonate. *J Pediatr* 1986;109:117-9.
- Deckardt R, Schneider KTM, Graeff H. Monitoring arterial oxygen saturation in the neonate. *J Perinat Med* 1987;15:357-64.
- Porter KB, Goldhammer R, Mankad A, Peevy K, Gaddy J, Spinnato JA. Evaluation of arterial oxygen saturation in pregnant patients and their newborns. *Obstet Gynecol* 1988;71:354-7.
- Dimich I, Singh P, Adell A, Hendler M, Telfeyan C, Sonnenklar N. Evaluation of oxygen saturation monitoring by pulse oximetry in neonates in the delivery room. *Can J Anaesth* 1991;38:985-8.
- Meier-Stauss P, Bucher HU, Hürlimann R, König V, Huch R. Pulse oximetry used for documenting oxygen saturation and right-to-left shunting immediately after birth. *Eur J Pediatr* 1990;149:851-5.
- Gonzales GF, Salirrosas A. Pulse oxygen saturation and neurologic assessment in human neonates after vaginal and cesarean delivery. *Int J Gynecol Obstet* 1998;63:63-6.
- Toth B, Becker A, Seelbach-Göbel B. Oxygen saturation in healthy newborn infants immediately after birth measured by pulse oximetry. *Arch Gynecol Obstet* 2002;266:105-7.
- Kamlin COF, O'Donnell CPF, Davis PG, Morley CJ. Oxygen saturation in healthy infants immediately after birth. *J Pediatr* 2006;148:585-9.
- Rabi Y, Yee W, Chen SY, Singhal N. Oxygen saturation trends immediately after birth. *J Pediatr* 2006;148:590-4.
- Mariani G, Dik PB, Ezquer A, Aguirre A, Esteban ML, Perez C, et al. Pre-ductal and post-ductal O<sub>2</sub> saturation in healthy term neonates after birth. *J Pediatr* 2007;150:418-21.
- Altuncu E, Özek E, Bilgen H, Topuzoglu A, Kavuncuoglu S. Percentiles of oxygen saturations in healthy term newborns in the first minutes of life. *Eur J Pediatr* 2008;167:687-8.
- Smit M, Dawson JA, Ganzeboom A, Hooper SB, Van Roosmalen J, Te Pas AB. Pulse oximetry in newborns with delayed cord clamping and immediate skin-to-skin contact. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2014;99:309-15.
- Bancalari A, Aranedo H, Echeverria P, Marinovic A, Manríquez C. Arterial oxygen saturation and heart rate in term newborn in the first hour after birth. *Rev Chil Pediatr* 2019;90:384-91.
- Dawson JA, Kamlin COF, Wong C, Te Pas AB, Vento M, Cole TJ, et al. Changes in heart rate in the first minutes after birth. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2010;95:F177-81.
- Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia. Prenatal control of normal pregnancy. *Progresos Obstet y Ginecol* 2018;61:510-27.
- Sahni R, Gupta A, Ohira-Kist K, Rosen TS. Motion resistant pulse oximetry in neonates. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2003;88:F505-8.
- Sola A, Chow L, Rogido M. Oximetría de pulso en la asistencia neonatal en 2005. Revisión de los conocimientos actuales. *An Pediatr* 2005;62:266-81.
- Workie FA, Rais-Bahrami K, Short BL. Clinical use of new-generation pulse oximeters in the neonatal intensive care unit. *Am J Perinatol* 2005;22:357-60.
- Massimo Europe Limited. Product Data Sheet sensor LNCS Neo (Ref.2329). Madrid: Spanish Division; 2019.
- Massimo Europe Limited. Product Data Sheet Radical 7 TouchScreen (Ref.9500). Madrid: Spanish Division; 2019.
- Pinheiro JC, Bates DM. Mixed-Effects models in S and S-PLUS. 1<sup>st</sup> edition. New York: Springer-Verlag; 2006.
- Harrell FE Jr. R package version. rms: Regression Modeling Strategies. R package version 5.1-4; 2019.
- Cole TJ, Green PJ. Smoothing reference centile curves: the lms method and penalized likelihood. *Stat Med* 1992;11:1305-19.
- Wyllie J, Perlman JM, Kattwinkel J, Wyckoff MH, Aziz K, Guinsburg R, et al. Part 7: Neonatal resuscitation: 2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. *Resuscitation* 2015;95:169-201.
- Wyckoff MH, Aziz K, Escobedo MB, Kapadia VS, Kattwinkel J, Perlman JM, et al. Part 13. Neonatal Resuscitation 2015;136(Suppl 2):S196-218.
- Linde JE, Schulz J, Perlman JM, Øymar K, Francis F, Eilevstjønn J, et al. Normal newborn heart rate in the first five minutes of life assessed by dry-electrode electrocardiography. *Neonatology* 2016;110:231-7.
- Bhatt S, Alison BJ, Wallace EM, Crossley KJ, Gill AW, Kluckow M, et al. Delaying cord clamping until ventilation onset improves cardiovascular function at birth in preterm lambs. *J Physiol* 2013;591:2113-26.
- Stenning FJ, Hooper SB, Kluckow M, Crossley KJ, Gill AW, Wallace EM, et al. Transfusion or timing: the role of blood volume in delayed cord clamping during the cardiovascular transition at birth. *Front Pediatr* 2019;7:1-10.
- Lio A, Aurilia C, Zahra V, Moss TJ, LaRosa DA, Hooper SB, et al. Ventilation prior to umbilical cord clamping improves cardiovascular stability and oxygenation in preterm lambs after exposure to intrauterine inflammation. *Front Pediatr* 2018;6:1-9.

40. Bhatt S, Polglase GR, Wallace EM, te Pas AB, Hooper SB. Ventilation before umbilical cord clamping improves the physiological transition at birth. *Front Pediatr* 2014;2:1-8.
41. Niermeyer S, Velaphi S. Promoting physiologic transition at birth: Re-examining resuscitation and the timing of cord clamping. *Semin Fetal Neonatal Med* 2013;18:385-92.
42. Kc A, Singhal N, Gautam J, Rana N, Andersson O. Effect of early versus delayed cord clamping in neonate on heart rate, breathing and oxygen saturation during first 10 minutes of birth—randomized clinical trial. *Matern Heal Neonatol Perinatol* 2019;5:1-7.
43. Andersson O, Rana N, Ewald U, Mälqvist M, Stripple G, Basnet O, et al. Intact cord resuscitation versus early cord clamping in the treatment of depressed newborn infants during the first 10 minutes of birth (Nepcord III)—a randomized clinical trial. *Matern Heal Neonatol Perinatol* 2019;5:1-11.
44. Monsieurs KRG, Nolan JP, Bossaert LL, Greif R, Maconochie IK, Nikolaou NI, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015. Section 1. Executive summary. *Resuscitation* 2015;95:1-80.
45. Polglase GR, Dawson JA, Kluckow M, Gill AW, Davis PG, Te Pas AB, et al. Ventilation onset prior to umbilical cord clamping (physiological-based cord clamping) improves systemic and cerebral oxygenation in preterm lambs. *PLoS One* 2015;10:1-13.
46. Brouwer E, Te Pas AB, Polglase GR, McGillick EV, Böhringer S, Crossley KJ, et al. Effect of spontaneous breathing on umbilical venous blood flow and placental transfusion during delayed cord clamping in preterm lambs. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2020;105:26-32.
47. Hutchon D, Bettles N. Motherside care of the term neonate at birth. *Matern Heal Neonatol Perinatol* 2016;2:2-5.
48. Knol R, Brouwer E, Klumper FJCM, van den Akker T, DeKoninck P, Hutten GJ, et al. Effectiveness of stabilization of preterm infants with intact umbilical cord using a purpose-built resuscitation table-study protocol for a randomized controlled trial. *Front Pediatr* 2019;7:1-8.
49. Knol R, Brouwer E, van den Akker T, DeKoninck P, van Geloven N, Polglase GR, et al. Physiological-based cord clamping in very preterm infants—randomised controlled trial on effectiveness of stabilisation. *Resuscitation* 2020;147:26-33.
50. Duley L, Dorling J, Ayers S, Oliver S, Yoxall CW, Weeks A, et al. Improving quality of care and outcome at very preterm birth: the Pre-term Birth research programme, including the cord pilot RCT. *Program Grants Appl Res* 2019;7:1-280.
51. Kamlin CO, O'Donnell CP, Everest NJ, Davis PG, Morley CJ. Accuracy of clinical assessment of infant heart rate in the delivery room. *Resuscitation* 2006;71:319-21.
52. Katheria A, Rich W, Finer N. Electrocardiogram provides a continuous heart rate faster than oximetry during neonatal resuscitation. *Pediatrics* 2012;130:e1177-81.
53. Kroese JK, van Vonderen JJ, Narayan IC, Walther FJ, Hooper S, te Pas AB. The perfusion index of healthy term infants during transition at birth. *Eur J Pediatr* 2016;175:475-9.



**Figure 1.** Flow diagram of recruitment.

**Table II.** Percentiles of SpO<sub>2</sub> (%) during the first 10 minutes of life in healthy newborn infants with DCC >60 seconds

Min after birth	Percentiles of SpO <sub>2</sub>						
	3rd	10th	25th	50th	75th	90th	97th
1	45	58	68	77	85	92	97
2	55	66	74	83	91	97	99
3	63	75	82	90	95	98	100
4	72	81	88	92	96	98	100
5	74	85	90	94	96	98	100
6	80	86	91	95	97	99	100
7	81	88	92	95	97	99	100
8	83	88	92	95	98	99	100
9	84	90	94	96	98	99	100
10	85	89	93	96	98	99	100

**Table III.** Percentiles of HR expressed in bpm during the first 10 minutes of life in healthy newborn infants with DCC for >60 seconds

Min after birth	Percentiles of HR						
	3rd	10th	25th	50th	75th	90th	97th
1	45	57	84	148	170	181	188
2	52	63	124	154	169	183	190
3	46	119	143	157	170	179	193
4	66	126	144	158	170	182	196
5	82	131	143	155	167	182	193
6	73	128	141	152	168	179	192
7	114	132	142	153	163	177	191
8	107	131	140	152	164	176	187
9	122	134	142	152	161	173	188
10	92	132	142	151	161	174	190