

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**DEPARTAMENTO DE PEDIATRÍA**

**“ASOCIACIÓN ENTRE LA CEFALEA POST-PUNCIÓN  
Y LA ORIENTACIÓN DEL BISEL DE LA AGUJA  
DURANTE LA PUNCIÓN LUMBAR EN NIÑOS”**

**Pilar Storch De Gracia Calvo**

# AGRADECIMIENTOS

La investigación es una actividad laboriosa y apasionante. Cuando se obtiene algún resultado útil para la práctica habitual, es muy satisfactoria. Durante el tiempo que me ha llevado hacer este trabajo de tesis doctoral, he tenido la oportunidad de adquirir destrezas no sólo relacionadas con la ciencia, sino con mi desarrollo personal y emocional. Muchas de las personas que me he encontrado en estos años han tomado parte de alguna manera en el proyecto que tanta ilusión y esfuerzo me ha requerido culminar.

Cuando tus compañeros de trabajo no sólo te preguntan de vez en cuando ¿qué tal la tesis? sino que te orientan, te animan a escribir un primer boceto del proyecto y a presentarlo, te dan ánimos cuando crees que no saldrá adelante, asumen parte de tu carga de trabajo para que dispongas de un poco más de tiempo más para terminar de escribir y se lo leen entero para ayudarte a corregirlo, se están implicando de forma indiscutible.

Juan es el maestro que no todos tienen la suerte de encontrar y del que nunca se tiene la sensación de haber aprendido suficiente.

Mis hermanas supieron aconsejarme con sinceridad y acompañarme en la aventura de compaginar la vida laboral, la investigación y la maternidad y no perder la cordura con demasiada frecuencia. Isabel, Teresa, Lola, Mercedes, Blanca y Carmen. A cada una tengo que agradecerle cien momentos diferentes.

Alberto cambió mi vida y ha sabido ser compañero y padre además de valioso ejemplo en el aprendizaje que ha supuesto esta investigación. Diego e Ismael me recuerdan a diario qué es lo fundamental en mi vida y por eso insisten en que juegue con ellos y me olvide de todo lo demás...

A José María no puedo dejar de agradecerle su ejemplo de sacrificio, honradez y gusto por el conocimiento.

Para agradecerle a Isabel necesitaría usar mayor cantidad de palabras de las que es razonable en este documento. Hay cosas que es mejor no saber expresar.

*“La belleza atrae,  
la inteligencia encanta  
y la bondad retiene”*

José Ortega y Gasset.

*A Isabel y José María*

*A Alberto, Diego e Ismael*

# **ÍNDICE**

<b>GLOSARIO .....</b>	<b>12</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>14</b>
<b>PUNCIÓN LUMBAR _____</b>	<b>17</b>
1.1. Técnica de la punción lumbar.....	19
1.1.a Control del dolor y la ansiedad. ....	19
1.1.b Posición del paciente.....	20
1.1.c Medidas de asepsia.....	21
1.1.d Diseño y calibre de la aguja.....	22
1.1.e Punto y técnica de punción lumbar.....	25
1.2. Indicaciones de la punción lumbar. ....	27
1.3. Contraindicaciones de la punción lumbar.....	28
1.4. Complicaciones de la punción lumbar. ....	29
<b>PUNCIÓN LUMBAR TERAPÉUTICA _____</b>	<b>31</b>
2.1. Vía intratecal o cerebroespinal.....	33
2.1.a Indicaciones de uso de la vía intratecal. ....	33
2.1.b Fármacos que tienen indicación de administración por vía intratecal. ....	34
2.1.c Preparación de fármacos para su administración por vía intratecal. ....	34
2.2. Quimioterapia intratecal. ....	36
2.2.a Leucemia linfoblástica aguda. ....	36
2.2.b Triple terapia intratecal en la leucemia linfoblástica aguda. ....	37
2.2.c Toxicidad en el sistema nervioso central por quimioterapia intratecal. ....	37
2.3. Anestesia raquídea o espinal. ....	39
2.4. Efectos de la inyección intratecal de líquido sobre la presión intracraneal....	40
<b>CEFALEA POST PUNCIÓN _____</b>	<b>43</b>
3.1 Características clínicas. ....	45
3.2 Fisiopatología de la cefalea post-punción.....	46
3.3 Factores relacionados con la aparición de cefalea post-punción.....	48
3.3.a Género. ....	48
3.3.b Edad.....	49
3.3.c Índice de masa corporal. ....	49
3.3.d Antecedentes personales de cefalea. ....	49
3.3.e Antecedentes personales de cefalea post-punción.....	50

3.3.f Posición del paciente durante la punción lumbar.....	50
3.3.g Diseño y calibre de la aguja.....	51
3.3.h Orientación del bisel. ....	53
3.3.i Reintroducción del fiador. ....	54
3.3.j Número de pinchazos.....	56
3.3.k Volumen de líquido extraído. ....	56
3.3.l Características del líquido cefalorraquídeo. ....	57
3.4 Valoración de la cefalea en niños.....	58
<b>HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....</b>	<b>61</b>
1. Hipótesis.....	63
2. Objetivos.....	63
<b>MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>65</b>
1. Diseño del estudio. ....	67
2. Criterios de inclusión. ....	67
3. Criterios de exclusión: .....	68
4. Técnica de punción lumbar.....	68
5. Volumen de líquido cefalorraquídeo extraído.....	70
6. Quimioterapia intratecal. ....	70
7. Recogida de datos. ....	71
8. Aleatorización.....	73
9. Enmascaramiento.....	73
10. Tamaño muestral. ....	74
11. Análisis estadístico.....	74
11.1 Análisis descriptivo.....	74
11.2 Análisis univariante. ....	75
11.3 Análisis de regresión logística.....	75
11.3.a. Modelos univariantes.....	76
11.3.b. Modelo multivariante. ....	76
11.3.c Modelos ajustados.....	76
12. Consideraciones éticas.....	77

<b>PACIENTES</b> .....	<b>79</b>
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>83</b>
Descripción de los procedimientos de punción lumbar. _____	85
Características de los grupos formados con los procedimientos respecto de la orientación del bisel durante la punción lumbar. _____	86
Incidencia de cefalea post-punción en los grupos de la muestra según la orientación del bisel durante la punción lumbar. _____	91
Distribución de las variables en los grupos de la muestra según la aparición de cefalea post-punción. _____	91
Relación entre la orientación del bisel durante la punción lumbar terapéutica en niños con enfermedades oncológicas y la incidencia de cefalea post-punción. ____	95
Análisis univariante. Factores asociados a la aparición de cefalea post-punción. _	97
Regresión logística. Análisis multivariante y análisis ajustado de factores relacionados con la aparición de cefalea post-punción. _____	97
Influencia de la experiencia del médico que realiza la punción lumbar. _____	99
Episodios de cefalea post-punción y pacientes que la padecieron. _____	100
Tiempo transcurrido desde la punción lumbar hasta la aparición de la cefalea post-punción. _____	101
Duración de los episodios de cefalea post-punción. _____	101
Síntomas asociados a la cefalea en los episodios de cefalea post-punción. ____	101
Repercusión de la cefalea post-punción en las actividades de la vida del paciente. _____	102
<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>103</b>
Relación entre la incidencia de cefalea post-punción y la orientación del bisel de la aguja durante la punción lumbar terapéutica en niños. _____	105
Valoración de la cefalea en niños. _____	108
Incidencia de cefalea post-punción tras una punción lumbar terapéutica en niños con enfermedades oncológicas. _____	109
Incidencia de cefalea post-punción en niños menores de 10 años de edad. ____	110

Relación entre la aparición de cefalea post-punción y los antecedentes personales de cefalea post-punción. _____	111
Relación entre la aparición de cefalea post-punción y los antecedentes personales de cefalea. _____	112
Relación entre la aparición de cefalea post-punción y la postura del paciente durante la punción lumbar. _____	113
Relación entre la aparición de cefalea post-punción y las características antropométricas. _____	114
Relación entre la aparición de cefalea post-punción y el volumen de líquido cefalorraquídeo extraído. _____	115
Otros factores relacionados con la aparición de cefalea post-punción. _____	117
<b>LIMITACIONES.....</b>	<b>119</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>121</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>123</b>
Anexo I. Hoja de recogida de datos. _____	125
Anexo II. Diario utilizado por los pacientes y/o sus familiares para registrar la CPP. _____	129
Anexo III: Artículo original. <i>Storch De Gracia Calvo P, De La Torre Espí M, Martin Diaz MJ, Garcia Ruiz S, Dominguez Ortega G, Novoa Carballal R. Do paediatricians perform lumbar puncture correctly? Review of recommendations and analysis the technique in Spain. Anales de pediatria (Barcelona, Spain : 2003) 2012;77:115-23.</i> _____	131
<b>RESUMEN.....</b>	<b>141</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>145</b>



# **GLOSARIO**

**BHE:** barrera hematoencefálica.

**CPP:** cefalea post-punción.

**DE:** desviación estándar.

**EMR:** enfermedad mínima residual.

**IMC:** índice de masa corporal.

**LCR:** líquido cefalorraquídeo.

**LLA:** leucemia linfoblástica aguda.

**LMA:** leucemia mieloblástica aguda.

**NNT:** number needed to treat.

**OR:** odds ratio.

**PETHEMA:** programa para el estudio de la terapéutica en hemopatía maligna.

**PIC:** presión intracraneal.

**PL:** punción lumbar.

**RR:** riesgo relativo.

**SEHOP:** sociedad española de hematología y oncología pediátrica.

**SNC:** sistema nervioso central.

# **INTRODUCCIÓN**

# **PUNCIÓN LUMBAR**

La punción lumbar (PL) es una técnica muy habitual en la práctica médica mediante la cual se accede al espacio subaracnoideo a nivel de la cisterna lumbar utilizando una aguja. Fue llevada a cabo por primera vez en 1890 por Heinrich Quincke en un lactante de 21 meses con meningitis tuberculosa<sup>1</sup>.

El Hospital Infantil Universitario Niño Jesús se realizaron aproximadamente 876 punciones lumbares durante el año 2016 (este es un hospital terciario monográfico ubicado en Madrid, que cuenta con 200 camas de ingreso y tiene alrededor de 70 000 visitas anuales al servicio de urgencias).

## **1.1. Técnica de la punción lumbar.**

### **1.1.a Control del dolor y la ansiedad.**

La PL provoca dolor en la zona donde la aguja atraviesa la piel y los ligamentos. Se considera un procedimiento invasivo poco doloroso pero asociado a gran ansiedad en los niños, por lo que deben aplicarse medidas de analgesia y sedación del paciente para llevar a cabo la PL siempre que sea posible<sup>2,3</sup>.

Se recomienda la aplicación de un anestésico local, ya sea por infiltración subcutánea o por vía tópica, en la zona de punción. Lo más utilizado en los niños son los parches de lidocaína<sup>4</sup>. Para que el anestésico funcione es necesario esperar el tiempo suficiente (alrededor de 3 minutos con la infiltración subcutánea y un mínimo de 60 minutos con el parche de lidocaína). En los lactantes de edad inferior a 6 meses se puede administrar sacarosa oral<sup>5</sup>, ya que en estos pacientes está contraindicado el uso de anestésicos locales por riesgo de metahemoglobinemia.

En el momento del procedimiento se suele realizar una sedación mínima con óxido nitroso o con midazolam por vía transmucosa o intravenosa si el estado del paciente lo permite. Se ha demostrado que la aplicación de técnicas de sedoanalgesia se asocia a una menor tasa de PL fallida y de PL traumática<sup>6-8</sup>.

### **1.1.b Posición del paciente.**

Para realizar una PL el sujeto se puede colocar en sedestación (con o sin apoyo para los pies) o en decúbito lateral (hacia el lado izquierdo si la persona que lleva a cabo la técnica es diestra). En ambas posiciones, se debe buscar la flexión de la columna vertebral y los miembros inferiores para intentar aumentar los espacios interespinosos. Sandoval et al.<sup>9</sup> estudiaron con ecografía la distancia entre las apófisis espinosas en las diferentes posiciones y encontraron que en sedestación con un apoyo para los pies el espacio interespinoso es mayor, aunque las diferencias son pequeñas (1 mm) y de dudosa relevancia clínica. Además se debe intentar evitar la flexión lateral de la columna para buscar la mejor alineación posible de las apófisis espinosas<sup>10</sup>. En los recién nacidos, la flexión de la columna cervical debe ser mínima para evitar episodios de hipoxia por obstrucción de la vía aérea.

En las punciones lumbares con fines diagnósticos se suele preferir la posición en decúbito lateral, debido a que el paciente puede tener dificultad para mantener la sedestación por diferentes motivos: ansiedad, síntomas asociados al trastorno que origina la necesidad de la punción como cefalea, malestar general o decaimiento o la aplicación de técnicas de sedoanalgesia que alteran el nivel de conciencia y el tono muscular.

Cuando se va a medir la presión de salida del líquido cefalorraquídeo (LCR), el paciente se debe colocar en decúbito lateral, para evitar el efecto de la presión hidrostática sobre la medición.

### **1.1.c Medidas de asepsia.**

Es necesario mantener estéril todo el material que entre en contacto con el espacio subaracnoideo para evitar infecciones del sistema nervioso central (SNC). Por lo tanto, además de las precauciones universales de higiene, se deben aplicar las medidas necesarias para realizar la técnica de forma estéril.

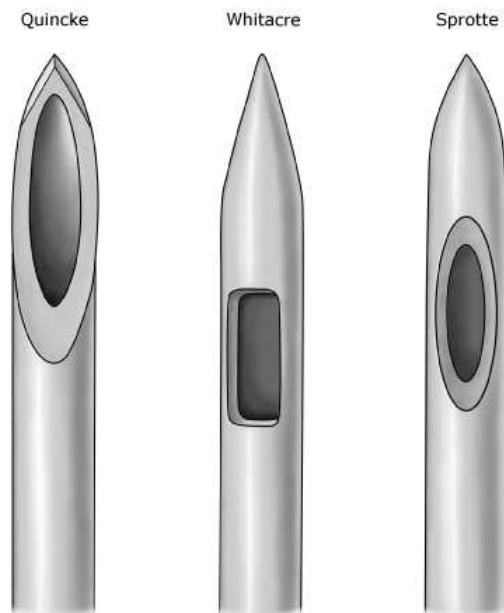
Hay que limpiar la piel del paciente alrededor del punto donde se va a insertar la aguja con una solución antiséptica (povidona yodada o clorhexidina alcohólica, preferiblemente tintada, para conocer la extensión de la zona limpia). Esta zona ha de ser amplia e incluir ambas crestas ilíacas y espinas ilíacas posterosuperiores ya que estas serán utilizadas como referencia anatómica para localizar el punto de punción y por lo tanto serán palpadas por el médico que realiza la PL. Se debe crear un campo estéril utilizando un paño quirúrgico.

El médico que realiza la PL debe realizar un lavado de manos exhaustivo y colocarse guantes estériles. También es recomendable el uso de bata, gorro y mascarilla para disminuir el riesgo de transmisión de microorganismos. Todo el material que va a entrar en contacto con el paciente (gasas, agujas, tubos, jeringas) debe permanecer estéril y por lo tanto no pueden ser manipulados por personas que no hayan seguido las medidas anteriores de lavado de manos y colocación de guantes estériles.

#### **1.1.d Diseño y calibre de la aguja.**

Existen dos tipos de agujas utilizadas para acceder al espacio subaracnoideo. Según su diseño se clasifican como traumáticas (p.ej. la aguja tipo Quincke) y atraumáticas (p.ej. las agujas de Whitacre o de Sprotte). Las agujas traumáticas tienen un filo oblicuo en la punta que se llama bisel. La presencia de este filo facilita la progresión de la aguja a través de los planos anatómicos de mayor resistencia como son la piel y los ligamentos de la columna vertebral. Las agujas atraumáticas, sobre todo sin son de calibre fino, suelen ir acompañadas de un introductor hueco de calibre más ancho y dotado de bisel en la punta, que permite atravesar más fácilmente la piel y los ligamentos. Una vez colocado el introductor, se mete la aguja de punta redondeada a su través para llegar hasta el espacio subaracnoideo y así se evita la lesión de la duramadre.

Ambos tipos de agujas son huecas y llevan en su interior un estilete o fiador que debe ser retirado para proceder a la evacuación del LCR o a la administración de medicación. Las agujas más utilizadas para realizar la PL aparecen en la Figura 1.



**Figura 1.** Tipos de aguja más frecuentemente utilizados para llegar al espacio raquídeo. Extraído de DeLeon<sup>11</sup>.

Hay agujas de diferente longitud y calibre de cada uno de los diseños. Estos factores van a determinar la velocidad del flujo de salida del LCR a través de la aguja. El flujo idóneo para la extracción de una muestra durante la PL diagnóstica es de alrededor de 2 ml/min. Carson y Serpell<sup>12</sup> compararon la velocidad de flujo y el tiempo que se tardaba en medir la presión de salida del LCR con diferentes tipos de aguja según su diseño, longitud y calibre (Tabla 1). Llegaron a la conclusión de que el calibre mínimo necesario para realizar una PL diagnóstica es de 22 G, dado que calibres menores alargan demasiado la extracción de la muestra (hasta 6 minutos para extraer 2 ml) y se reservan para la anestesia espinal o la mielografía<sup>13</sup> en las que sólo se infunde.



**Tabla 1.** Flujo de salida del líquido cefalorraquídeo con distintos tipos de aguja. Extraído de Carson et al<sup>12</sup>.

<i>Diseño y calibre de la aguja</i>	<i>Flujo (ml/h)</i>	<i>Flujo (ml/s)</i>
Spinocan Quincke 20 G	133	2,21
Spinocan Quincke 22 G	30,4	0,51
Spinocan Quincke 25 G	10,5	0,17
Becton Dickinson Quincke 22 G	40,6	0,68
Becton Dickinson Whitacre 22 G	47,6	0,79
Sprotte 24 G	17,9	0,30
Sprotte 22 G	64,7	1,08
Sprotte 20 G	206	3,43

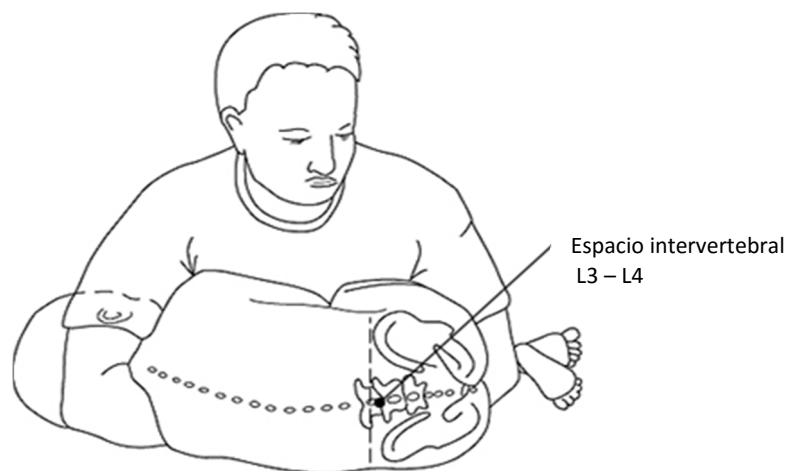
Medido con una presión del líquido cefalorraquídeo de 12 cmH<sub>2</sub>O.

Como se puede ver, el flujo a través de la aguja atraumática Sprotte de 22G es superior al obtenido con agujas traumáticas del mismo calibre, y por lo tanto esta sería la aguja idónea para realizar una PL. Una posible solución para mejorar el flujo de salida a través de las agujas atraumáticas y de pequeño calibre sería aplicar una leve presión negativa para extraer el LCR<sup>14</sup>. Aunque esta no es una maniobra a la que se recurra habitualmente, se ha observado que no suele asociarse a ninguna complicación<sup>15</sup>.

### 1.1.e Punto y técnica de punción lumbar.

El acceso al espacio dural se debe realizar distal a la médula espinal, en la zona denominada cisterna lumbar que contiene cola de caballo, para evitar lesionar el SNC. El final de la médula espinal alcanza aproximadamente el cuerpo vertebral L3 en el recién nacido<sup>16</sup>. El crecimiento de la columna vertebral es más rápido que el de la médula espinal, y por tanto el final de la espina dorsal está más elevado según aumenta la edad, quedando a la altura del cuerpo vertebral L1 en los adultos<sup>17</sup>.

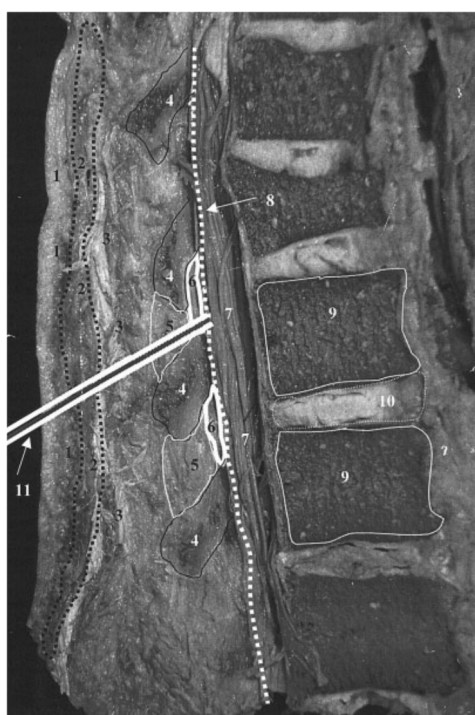
Para realizar una PL se recomienda insertar la aguja en el espacio interespinoso que hay entre los cuerpos vertebrales L3 y L4 o en un nivel inferior. Para localizar este punto exacto se utiliza una línea imaginaria que une la parte superior de ambas crestas ilíacas posteriores. En el punto donde cruza línea media se debe palpar una apófisis espinosa y localizar el primer espacio interespinoso inferior a la misma<sup>17</sup> (Figura 2).



**Figura 2.** Referencia anatómica utilizada para realizar una punción lumbar. Extraído de Fastle<sup>18</sup>.

Sin embargo, se ha visto que esta referencia anatómica universalmente utilizada no es del todo válida para los recién nacidos<sup>19</sup>. En algunos trabajos se ha descrito que la utilización de ecografía ayuda a localizar el punto idóneo para la punción lumbar en los lactantes pequeños y esto aumenta las probabilidades de conseguir la extracción de LCR<sup>20,21</sup>.

La Academia Americana de Neurología recomienda introducir la aguja con el bisel orientado de forma paralela a las fibras de la duramadre<sup>22,23</sup>. Además la aguja se debe introducir con un ángulo de inclinación de alrededor de 45° hacia el ombligo en niños menores de 12 meses y de 30° en niños mayores de 12



meses<sup>24</sup>.

Para hacer llegar la aguja hasta el espacio espinal se deben atravesar varios planos anatómicos (Figura 3): la piel, el tejido celular subcutáneo, el ligamento supraespinoso, el ligamento interespinoso, el ligamento amarillo, el espacio epidural que contiene el plexo venoso vertebral interno, la duramadre y la aracnoides.

**Figura 3.** Corte sagital del plano anatómico durante la punción lumbar. 1) Piel. 2) Tejido subcutáneo. 3) Ligamento supraespinoso. 4) Apófisis espinosas. 5) Ligamento interespinoso. 6) Ligamento amarillo. 7) Espacio subaracnoideo con las raíces nerviosas de la cola de caballo. 8) Duramadre. 9) Cuerpos vertebrales. 10) Discos intervertebrales. 11) Aguja de la PL.

Extraído de Boon et al<sup>17</sup>.

## **1.2. Indicaciones de la punción lumbar.**

En la mayoría de las ocasiones la PL se realiza con fines diagnósticos. Resulta de gran utilidad cuando se sospecha una infección del SNC, ya que en esta situación suelen aparecer alteraciones en la composición normal del LCR. La presencia leucocitos en el LCR junto con un aumento de la concentración de proteínas y/ o un descenso de la concentración de glucosa del mismo deben hacer sospechas una infección del SNC. Estas alteraciones pueden ser detectadas en un análisis rápido y por lo tanto servir como guía para administrar el tratamiento de forma urgente. El análisis del LCR es la prueba de elección para el diagnóstico de la meningitis y la encefalitis<sup>25</sup>. Cuando se sospecha la presencia de una hemorragia subaracnoidea, la PL está indicada en caso de que la tomografía computarizada craneal no haya conseguido detectar la presencia de sangre en el espacio subaracnoideo. El análisis de la composición del LCR es útil también en el diagnóstico de la enfermedad de Guillain Barré o de las enfermedades desmielinizantes del SNC, por la presencia de hiperpoteinorraquia con disociación albuminocitológica o de bandas oligoclonales respectivamente. En el caso de sospecha de infiltración leucémica del SNC se ha de buscar la presencia de blastos entre las células del LCR por diferentes métodos, como son la citología o la citometría de flujo.

En el caso de la hipertensión intracraneal benigna, el objetivo de la PL es la medición de la presión de salida del LCR, cuya elevación constituye el criterio principal para el diagnóstico de la enfermedad. Además, la extracción de LCR en este caso puede tener un efecto beneficioso inmediato para el paciente ya que a menudo disminuye la cefalea.

La mielografía es una técnica diagnóstica mediante la cual se inyecta un medio de contraste en el espacio subaracnoideo y posteriormente se expone la zona que se desea estudiar a una radiación ionizante (la tomografía computarizada y la fluoroscopia son las más utilizadas) para obtener una imagen. En este caso tras la PL no se extrae LCR, sino que se infunde el medio de contraste.

También se puede utilizar la PL para la administración de medicación intratecal. Esto es lo que se conoce como PL terapéutica. Esta técnica se desarrolla extensamente en el segundo epígrafe de la introducción.

### **1.3. Contraindicaciones de la punción lumbar.**

Las contraindicaciones de la PL son escasas: la existencia de hipertensión intracraneal, la infección local del punto de punción, la trombopenia y/o coagulopatía y la inestabilidad hemodinámica. Es una técnica relativamente sencilla que todos los pediatras deben ser capaces de realizar y que no precisa de unas condiciones especiales más allá de un campo estéril y el material adecuado<sup>25</sup>.

#### **1.4. Complicaciones de la punción lumbar.**

Las complicaciones asociadas a la PL son pocas y con frecuencia se limitan a dolor o un pequeño sangrado en el lugar de la punción debidos a la lesión de los tejidos atravesados por la aguja.

La segunda complicación más frecuente de la PL es la cefalea post-punción<sup>26</sup>. Otras complicaciones que se han descrito pero aparecen raramente son las infecciones del SNC (normalmente meningitis bacteriana<sup>27</sup>), la parálisis de pares craneales (la más frecuente es la parálisis de pares oculomotores que cursa con diplopía<sup>28</sup>) o la aparición de tumores derivados de células epidérmicas en el canal raquídeo<sup>29-33</sup>. La herniación cerebral es una complicación grave puede aparecer si el paciente tiene hipertensión intracraneal en el momento de la punción.

# **PUNCIÓN LUMBAR TERAPÉUTICA**

## **2.1. Vía intratecal o cerebroespinal.**

La administración de fármacos por vía intratecal o cerebroespinal es habitual en la práctica médica. Consiste en hacer llegar el fármaco directamente al espacio subaracnoideo a través de una aguja mediante una PL.

### **2.1.a Indicaciones de uso de la vía intratecal.**

Los motivos para elegir esta vía de administración se basan en la necesidad de evitar la dificultad del paso de sustancias al LCR a través de la barrera hematoencefálica (BHE) o en conseguir un efecto local del fármaco en el SNC y por lo tanto una mayor concentración del mismo en esa zona.

La BHE está formada por un conjunto de células endoteliales que se disponen en los capilares que irrigan el SNC y actúan como un filtro altamente selectivo que impide el paso de gran cantidad de sustancias entre la sangre y el SNC en ambos sentidos. Las características fisicoquímicas de los medicamentos, básicamente la ionización y la liposolubilidad, van a determinar en la mayoría de los casos su capacidad para atravesar o no la BHE.

Algunas de las situaciones en las que existe indicación de administración de fármacos por vía intratecal son las infecciones del SNC debidas a gérmenes multirresistentes (p. ej. ventriculitis secundarias a fístulas, meningitis o ventriculitis nosocomiales que aparecen como complicación de procedimientos neuroquirúrgicos o derivaciones ventriculares externas o internas), la presencia de dolor crónico o de espasticidad que no se controlan con medicación



administrada por otras vías, la existencia de infiltración del SNC por una enfermedad maligna proliferativa o la profilaxis de esta misma y la anestesia epidural o la anestesia raquídea.

### **2.1.b Fármacos que tienen indicación de administración por vía intratecal.**

Los fármacos que se utilizan con mayor frecuencia por esta vía son antibióticos (anfotericina, amikacina, colistina, flucitosina, gentamicina, levofloxacino, miconazol, polimixina, ribavirina, teicoplanina, tobramicina, vancomicina), analgésicos (clonidina, fentanilo, metadona, morfina, petidina, tramadol), antiespásticos (baclofeno), quimioterápicos (carmustina, citarabina, metotrexato, tiotepa) y corticoides (hidrocortisona, metilprednisolona).

### **2.1.c Preparación de fármacos para su administración por vía intratecal.**

Los medicamentos que se van a administrar por vía intratecal deben ser preparados de una forma especial, debido a que el tejido nervioso es especialmente sensible a las agresiones físicas y químicas<sup>34</sup>. Para realizar la formulación y preparación de estos fármacos de forma adecuada, hay que tener en cuenta las características del LCR<sup>35</sup> (Figura 4).

<p><i>Aspecto:</i> cristalino</p> <p><i>Osmolaridad:</i> 292-297 mOsm/l</p> <p><i>Densidad:</i> 1,0005-1,0007 g/ml</p> <p><i>pH:</i> 7,32</p> <p><i>Presión (en decúbito):</i> 130 mmH<sub>2</sub>O (10 mmHg)</p> <p><i>pCO<sub>2</sub>:</i> 48 mmHg</p> <p><i>Celularidad:</i> &lt; 3-5 células/ml</p> <p><i>Proteínas:</i> 20-40 mg/100 ml (básicamente albúmina)</p> <p><i>Electrolitos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Na<sup>+</sup>: aproximadamente igual que el plasma</li> <li>Cl<sup>-</sup>: 15% más que el plasma</li> <li>K<sup>+</sup>: 40% menos que el plasma</li> <li>Glucosa: 30% menos que el plasma</li> </ul>
--

**Figura 4.** Características físico-químicas del líquido cefalorraquídeo normal.

La dilución del fármaco debe realizarse en una solución isotónica<sup>36</sup> y en el menor volumen posible (habitualmente se utilizan entre 2 y 5 ml tanto en adultos como en niños, aunque pueden tolerarse volúmenes mucho mayores, hasta 12 ml). La solución final debe tener una osmolaridad y un pH similares a los del LCR. Además debe ser estéril y estar libre de partículas sólidas, por lo que es necesaria la preparación en campana de flujo laminar y la utilización de filtros esterilizantes de membrana de 0,22 micras<sup>37,38</sup>. Se recomienda no utilizar conservantes en la preparación debido a la posibilidad de toxicidad sobre el SNC.

## **2.2. Quimioterapia intratecal.**

El SNC puede verse afectado por las enfermedades proliferativas, ya sea por tumores que tienen su origen en el propio SNC como por otros tumores que surgen fuera del mismo pero lo invaden, normalmente por vía hematógica. En algunos tumores del SNC se utiliza tratamiento con medicamentos citostáticos por vía intratecal, debido a que su administración por vía intravenosa puede tener menor efectividad por la acción de la BHE y a que se minimizan los efectos indeseados de la quimioterapia en el resto de órganos, al quedar esta contenida dentro del propio SNC.

### **2.2.a Leucemia linfoblástica aguda.**

La leucemia linfoblástica aguda (LLA) es una enfermedad clonal y constituye la neoplasia más frecuente en la infancia. El SNC se considera un “santuario” para dicha enfermedad, ya que las células tumorales de la LLA pueden alcanzar el SNC y permanecer en él durante el tiempo que dura el tratamiento con quimioterapia intravenosa sin ser erradicadas por el mismo. Si esto ocurre, estas células vuelven a desencadenar una proliferación clonal, lo que lleva a una situación de LLA en recaída, la cual tiene peor pronóstico y precisa tratamientos más agresivos (mayor morbilidad y mayor mortalidad globales). Por eso, según los protocolos utilizados en la actualidad<sup>39</sup> todos los pacientes menores de 19 años con LLA deben recibir quimioterapia intratecal. Esto ha permitido abandonar el uso de la radioterapia craneoespinal y con ello minimizar las consecuencias neurocognitivas y endocrinológicas así como

disminuir la incidencia de segundos tumores relacionados con la radioterapia<sup>40,41</sup>.

### **2.2.b Triple terapia intratecal en la leucemia linfoblástica aguda.**

Los niños con LLA reciben entre 15 y 21 dosis en total de quimioterapia intratecal durante el tratamiento, dependiendo de si existe o no afectación del SNC en el momento del diagnóstico y del grupo de riesgo al que pertenezcan. En todas las fases del tratamiento se administra quimioterapia intratecal (inducción, consolidación, reinducción y mantenimiento). Los citostáticos utilizados son el metotrexato, la citarabina y la hidrocortisona combinados, lo cual recibe el nombre de tripe terapia intratecal<sup>39,42</sup>.

### **2.2.c Toxicidad en el sistema nervioso central por quimioterapia intratecal.**

El daño neurológico es una posible complicación del tratamiento quimioterápico. Los efectos neuropáticos pueden aparecer inmediatamente o pasado un tiempo después de la administración del fármaco e incluso, alguno de estos efectos puede manifestarse tras un largo período desde su administración<sup>43</sup>. El grado del daño neurológico producido depende del fármaco usado, la duración del tratamiento y la dosis acumulada recibida. No todos los fármacos quimioterápicos tienen el mismo potencial de producir un efecto neurotóxico<sup>44</sup>.

La toxicidad aguda por la administración intratecal metotrexato cursa habitualmente como un cuadro de irritación meníngea que se resuelve en pocos

días y sin secuelas. También se ha descrito asociado al tratamiento con metotrexato (tanto por vía intratecal como por vía parenteral y con dosis variables) un síndrome de neurotoxicidad con signos similares a un accidente cerebral vascular, con cefalea, anorexia, náuseas, vómitos, hipertensión arterial, confusión, mareo, visión borrosa, afasia, agitación, letargia, convulsiones, alteración del nivel de conciencia y hemiparesia<sup>45</sup>. La sobredosificación puede provocar una mielencefalopatía grave que puede llevar a la muerte del paciente. La toxicidad subaguda es más frecuente y acontece semanas o meses tras la administración del tratamiento, fundamentalmente con la administración intravenosa. Con dosis moderadas o altas pueden aparecer trastornos del comportamiento, hemiparesia y afasia, que son autolimitados y con una duración de horas o pocos días. Con la combinación de metotrexato intravenoso e intratecal puede aparecer leucoencefalopatía reversible. La toxicidad crónica aparece más de 6 meses tras la administración del fármaco<sup>46</sup>, pudiendo ocurrir en ambas formas de administración. Típicamente aparece una demencia progresiva con ataxia e incontinencia urinaria.

La toxicidad neurológica de la citarabina depende de la dosis y la vía de administración. A dosis mayores de 1 g/m<sup>2</sup> pueden aparecer síntomas cerebelosos (disartria, nistagmo o ataxia), aracnoiditis química, alteración del nivel de conciencia, sordera, crisis comiciales o leucoencefalopatía. Suelen comenzar en las primeras 24 horas tras el tratamiento y se resuelven días o

semanas tras la suspensión del fármaco<sup>47,48</sup>. También puede producir neuropatía periférica y de pares craneales o mielopatía subaguda. Con dosis totales acumulativas de más de 30 g/m<sup>2</sup> se han descrito casos de toxicidad cerebelosa irreversible.

La asociación de hidrocortisona a ambos fármacos disminuye la frecuencia de neurotoxicidad leve al prevenir la irritación meníngea<sup>47</sup>.

### **2.3. Anestesia raquídea o espinal.**

La anestesia espinal es una técnica que consiste en la introducción de un anestésico local (bupivacaína, tetracaína o lidocaína, entre otros) en el espacio raquídeo, atravesando para ello la duramadre. Con esto se pretende anestesiar las raíces nerviosas que salen de la médula espinal en el nivel donde se aplica el fármaco. Es de elección para procedimientos dolorosos llevados a cabo en las extremidades inferiores, el abdomen, la pelvis y la zona perineal.

El material y el procedimiento utilizados son muy similares a los de la PL diagnóstica aunque debido a que no es necesaria la extracción de LCR el tipo de aguja más idónea es diferente. Se utilizan normalmente agujas atraumáticas o de punta roma, sobre todo las de tipo Withacre y Sprotte frente a las agujas traumáticas o tipo Quincke utilizadas en la PL (Figura 1). El calibre de la misma suele ser menor (entre 24 y 27 G) ya que no es necesaria la extracción de LCR.

## 2.4. Efectos de la inyección intratecal de líquido sobre la presión intracraneal.

La presión intracraneal (PIC) es producto del equilibrio entre los volúmenes que contiene el cráneo. En condiciones normales está determinada por el parénquima cerebral, la sangre y el LCR<sup>49</sup>. La “compliance” cerebral es la capacidad que tiene el sistema craneoespinal para tolerar aumentos progresivos en el volumen<sup>50</sup>. La relación es exponencial, de tal forma que pequeños cambios de volumen no generan modificaciones importantes en la PIC<sup>51</sup>, sobre todo en cráneos con más capacidad de compensación, como ocurre en los niños. Esta tolerancia a los aumentos de volumen no es sólo cerebral sino de todos aquellos elementos desplazables, entre ellos la bóveda craneal. Sin embargo, cuando los aumentos de volumen son mayores la PIC se ve muy incrementada (Figura 5).



**Figura 5.** Curva de la relación entre la presión y el volumen intracraneales.

En la administración de fármacos por vía intratecal el aumento del volumen provocado por el medicamento debe ser mínima para que no existan modificaciones importantes de la PIC<sup>52</sup>. Normalmente se infunden entre 2 y 5 ml, aunque se pueden infundir volúmenes mayores, hasta 10-12 ml. En ocasiones, previamente a la administración del fármaco se extrae un volumen similar de LCR para minimizar el aumento de la PIC. Con estos volúmenes, el aumento de la PIC es poco significativo y no se ha relacionado con la aparición de cefalea<sup>53</sup>.



# **CEFALEA POST PUNCIÓN**

### 3.1 Características clínicas.

Una de las complicaciones más limitantes de la PL es la cefalea post-punción (CPP)<sup>54,55</sup>. Consiste en un dolor localizado en la cabeza, de predominio occipital que puede irradiarse hacia el cuello, la frente o la zona retrorbitaria. Tiene carácter sordo y una intensidad moderada o grave, lo que habitualmente limita la actividad del paciente, que no puede realizar las rutinas de la vida diaria y necesita reposo. La característica más típica de la CPP es su relación con la postura<sup>56</sup>, tal que empeora con la incorporación y el ortostatismo y mejora en decúbito. Además de la cefalea, el paciente puede presentar otros síntomas como son náuseas y vómitos, rigidez de nuca, fotofobia, diplopía o síntomas vestibulares (tinnitus, hiperacusia, vértigo o ataxia)<sup>57-59</sup>. Suele comenzar en las 24-48 horas siguientes a la realización de la PL, aunque puede aparecer hasta semanas después de la misma y puede durar alrededor de una semana. Es poco frecuente en niños, se estima que tiene una incidencia de entre el 8% y el 25%, aunque hay pocos estudios en población pediátrica<sup>60,61</sup>. Se ha descrito una incidencia más baja en los niños por varios motivos, entre ellos la menor presión hidrostática debido a la altura, lo cual genera menor pérdida de LCR tras la rotura de la duramadre.

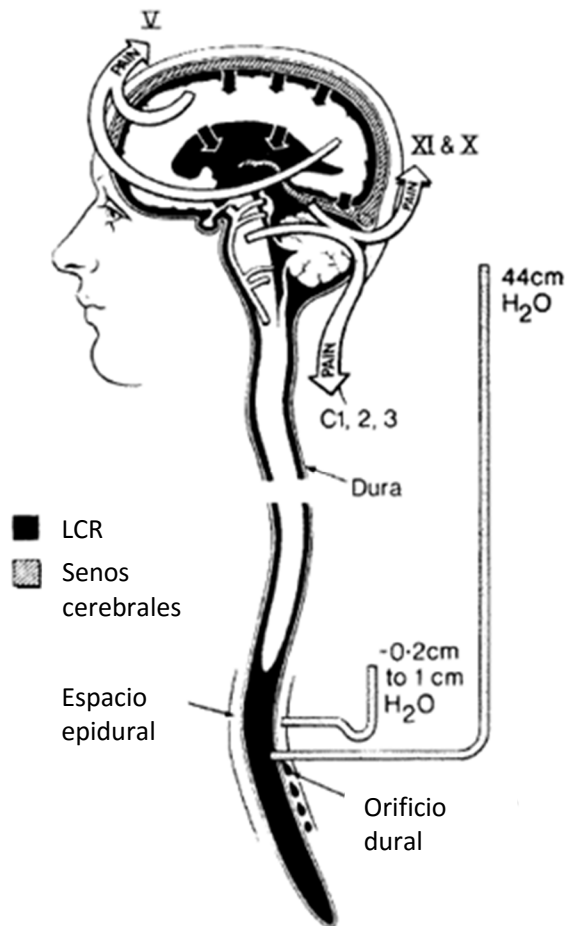
La primera descripción en la bibliografía de la CPP data del año 1899, cuando el doctor Karl August Bier, un cirujano alemán y su ayudante el doctor Hildebrandt, se realizaron el uno al otro, así como a 7 pacientes más, una inyección espinal de 10-15 mg de cocaína como anestesia espinal<sup>62</sup>. El Dr. Hildebrandt tuvo problemas para conectar la jeringa con la cocaína en la aguja ya colocada en el espacio subaracnoideo del Dr. Bier, por lo que este perdió

una cantidad considerable de LCR. Posteriormente padeció una intensa cefalea que duró 9 días. Él mismo planteó la hipótesis de la pérdida excesiva de LCR como causa de la CPP, aunque la primera publicación al respecto no apareció hasta 1918 por MacRobert<sup>63</sup>.

### **3.2 Fisiopatología de la cefalea post-punción.**

El mecanismo fisiopatológico que explica la aparición de la CPP no ha sido claramente establecido hasta el momento, pero parece relacionarse con la pérdida mantenida de líquido cefalorraquídeo por goteo en el punto de la punción del saco dural tras la retirada de la aguja<sup>64-66</sup>.

Esto conduciría a una disminución de la presión intracraneal y secundariamente a la expansión compensatoria de las venas intracerebrales y descenso de las estructuras encefálicas, lo cual generaría tensión en los elementos intracraneales con sensibilidad dolorosa, como son las meninges y los vasos largos<sup>61,64,67,68</sup> (Figura 6).



**Figura 6.** Esquema de la fisiopatología de la cefalea post-punción según la teoría de la pérdida de líquido cefalorraquídeo. Extraído de Brownridge<sup>69</sup>.

La dilatación de las venas durales se puede apreciar en las imágenes de resonancia magnética de sujetos con CPP tras una PL, como una hiperintensidad de la señal correspondiente a la mayor captación de gadolinio de las meninges<sup>70,71</sup> que desaparece al remitir la cefalea. Además del descenso de la presión del LCR, parece haber una susceptibilidad individual para padecer CPP, que se ha relacionado con los niveles en plasma y LCR de sustancia P antes de la PL. La sustancia P actúa como neurotransmisor y participa en las señales que el SNC requiere para percibir el dolor. Algunos trabajos han encontrado que las personas con niveles bajos de sustancia P en LCR tienen mayor riesgo de aparición de CPP (hasta tres veces más)<sup>72,73</sup>.

### **3.3 Factores relacionados con la aparición de cefalea post-punción.**

Varios factores se han relacionado con un aumento de la incidencia de CPP<sup>74,75</sup>. Los factores epidemiológicos asociados a la CPP son la edad, el género y el índice de masa corporal. También se ha encontrado relación con los niveles de sustancia P en plasma y LCR en el momento de la PL, la presencia de cefalea en el momento de la PL y los antecedentes personales de CPP<sup>76</sup>. Otros factores dependen de la técnica usada durante el procedimiento<sup>23</sup>: la posición del paciente, el tipo y el calibre de la aguja utilizada, la orientación del bisel durante la punción, la re inserción del fiador, el número de punciones realizadas y el volumen de líquido extraído.

#### **3.3.a Género.**

La incidencia de CPP puede llegar a ser del doble en las mujeres con respecto a los hombres<sup>77-79</sup>, siendo la diferencia más marcada en los años fértiles (incidencia máxima en mujeres entre los 18 y los 30 años). El estudio de Grant et al.<sup>80</sup> se encontró que el volumen total de LCR antes de realizar la PL era significativamente mayor en los varones. Si el volumen de muestra extraído es el mismo en los varones que en las mujeres, el efecto sobre el volumen total de LCR será mayor en estas, lo cual puede explicar la diferencia de la incidencia de CPP. A partir de la quinta década de la vida ambos sexos parecen tener el mismo riesgo de padecer CPP.

### **3.3.b Edad.**

La CPP aparece con menos frecuencia en los niños y las personas con más de 60 años. Entre los 20 y los 60 años el riesgo de padecer CPP es inversamente proporcional a la edad<sup>81</sup>.

### **3.3.c Índice de masa corporal.**

Con respecto al índice de masa corporal (IMC) no existen datos concluyentes. Un estudio encontró mayor incidencia de CPP en pacientes con menor IMC<sup>77</sup>. En pacientes con un IMC superior a 25 el uso de agujas atraumáticas se ha relacionado con un mayor número de intentos o punciones fallidas pero sin un aumento de la incidencia de CPP<sup>82</sup>.

### **3.3.d Antecedentes personales de cefalea.**

Las personas que tienen cefalea crónica o recurrente tienen mayor riesgo de padecer CPP<sup>72</sup>, así como aquellos que han padecido cefalea en los 7 días previos a la realización de la PL<sup>77</sup>.

### **3.3.e Antecedentes personales de cefalea post-punción.**

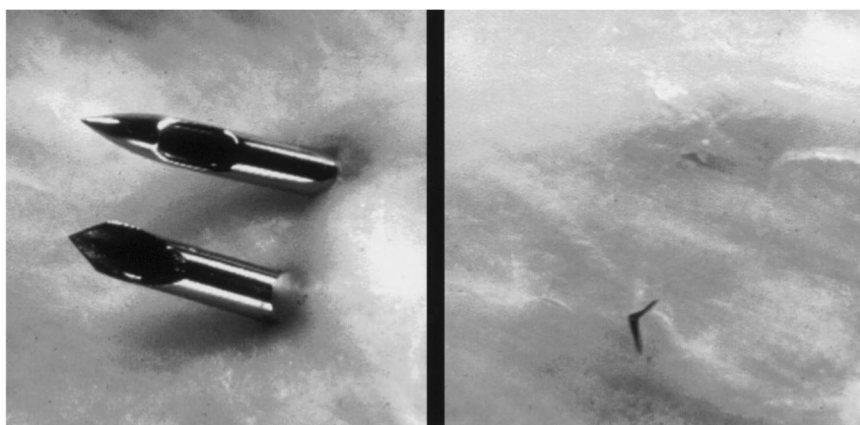
Las personas que han padecido con anterioridad algún episodio de CPP tienen un riesgo muy superior al resto de volverla a presentar<sup>83</sup>. En un estudio prospectivo Lybecker et al.<sup>84</sup> recogieron 1 021 procedimientos de anestesia espinal en adultos y analizaron los factores previos o relacionados con el procedimiento asociados a la CPP. Encontraron que el antecedente personal de CPP era el factor que más se asociaba a la CPP en su muestra.

### **3.3.f Posición del paciente durante la punción lumbar.**

La presión normal del LCR oscila entre 5 y 15 cm de agua en posición de decúbito lateral izquierdo. En sedestación, la presión puede aumentar hasta 40 cm de agua en la cisterna lumbar<sup>76</sup>. Este aumento determinaría una mayor pérdida de LCR cuando se realiza una PL con el paciente colocado en sedestación, lo cual es congruente con la teoría principal sobre la etiología de la CPP. En numerosos trabajos se ha considerado la postura como un posible factor asociado a la CPP, siendo los resultados no concluyentes. Varios estudios prospectivos con tamaños muestrales elevados no han podido demostrar dicha asociación<sup>77,84</sup>.

### 3.3.g Diseño y calibre de la aguja.

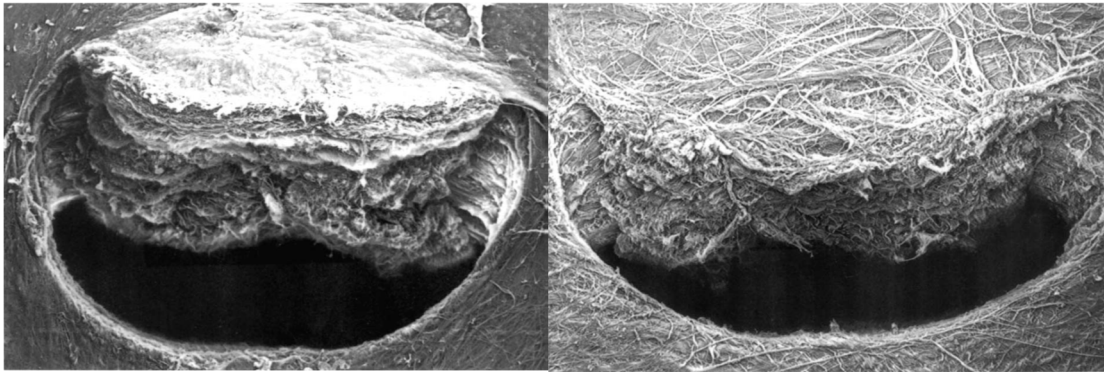
El uso de agujas atraumáticas disminuye el riesgo de padecer CPP tras una PL. Hay abundantes estudios que comparan la incidencia de CPP según el diseño de la aguja utilizada y todos llegan a esta conclusión<sup>82,85-96</sup>. La explicación para este hecho es que las agujas atraumáticas producen un orificio de menor tamaño al atravesar la duramadre, por lo que la pérdida de LCR por dicho orificio al retirar la aguja es menor (Figura 7).



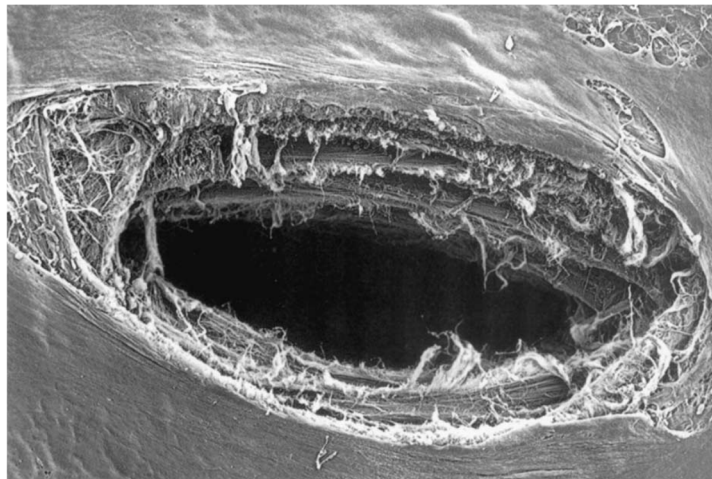
**Figura 7.** Detalle del orificio creado por los distintos tipos de aguja: atraumática (arriba) y traumática (debajo). Extraído de Strupp et al<sup>89</sup>.

Además se sabe que la forma del orificio creado por una aguja atraumática es diferente ya que prácticamente separa las fibras de la duramadre en vez de rasgarlas, situación que se ha podido constatar en estudios “in vitro” con microscopía electrónica<sup>66,97</sup> (Figuras 8 y 9).





**Figura 8.** Fotografía por microscopía electrónica del orificio creado en la duramadre al ser atravesada por una aguja tipo Quincke de 25 G. A la izquierda visto desde el lado intratecal y a la derecha visto desde el lado epidural. Extraído de Runza<sup>97</sup>.



**Figura 9.** Fotografía por microscopía electrónica del orificio creado en la duramadre al ser atravesada por una aguja tipo Whitacre de 25 G. Visto desde el lado intratecal. Extraído de Runza<sup>97</sup>

El calibre de la aguja tiene aún más influencia en la aparición de CPP que el diseño de la misma, como puede verse al comparar ambos factores al mismo tiempo<sup>98,99</sup>. Varios trabajos encuentran un descenso progresivo de la incidencia de CPP según disminuye el calibre el agua utilizada<sup>100</sup> (Tabla 2).

**Tabla 2.** Incidencia de cefalea post-punción según el calibre de la aguja utilizada para la punción lumbar. Extraído de Turnbull y Shepherd<sup>61</sup>.

<b>Calibre de la aguja (Quincke)</b>	<b>Incidencia de cefalea post-punción</b>
<b>20 G</b>	11-28%
<b>22 G</b>	7-21%
<b>25 G</b>	3-25%
<b>26 G</b>	3-8%
<b>29 G</b>	0-2%

### **3.3.h Orientación del bisel.**

La lesión tisular que provoca el bisel puede tener efectos poco beneficiosos para el paciente. En numerosas revisiones acerca de los factores que contribuyen a la aparición de CCP se hace referencia a la orientación del bisel de la aguja en relación a las fibras de la duramadre<sup>33,58,67,101</sup>. La mayoría de los estudios específicos al respecto han sido realizados en adultos y en relación con procedimientos anestésicos<sup>86,102-105</sup>. En un metanálisis publicado por Richman et al.<sup>106</sup> en 2006 se analiza la relación entre la orientación del bisel y la aparición de CPP en pacientes adultos. En él se incluyen 5 estudios y encuentra una diferencia significativa con una *odds ratio* (OR) de 0,29 y un *number needed to treat* (NNT) de 7 a favor de la orientación en paralelo a las

fibras longitudinales de la duramadre. Sólo uno de los artículos incluidos en este metanálisis estudia pacientes a los que se les realizan punciones lumbares diagnósticas, el resto son pacientes sometidos a anestesia espinal.

Existen estudios *in-vitro* que demuestran que la forma del orificio en la duramadre resultante de la punción varía según la orientación del bisel, de tal forma que al entrar con el bisel perpendicular a las fibras se produce un mayor desgarramiento de las mismas y esto favorece la posterior pérdida de LCR por goteo, factor que se considera causal de la CPP<sup>94,97</sup> (Figura 10).

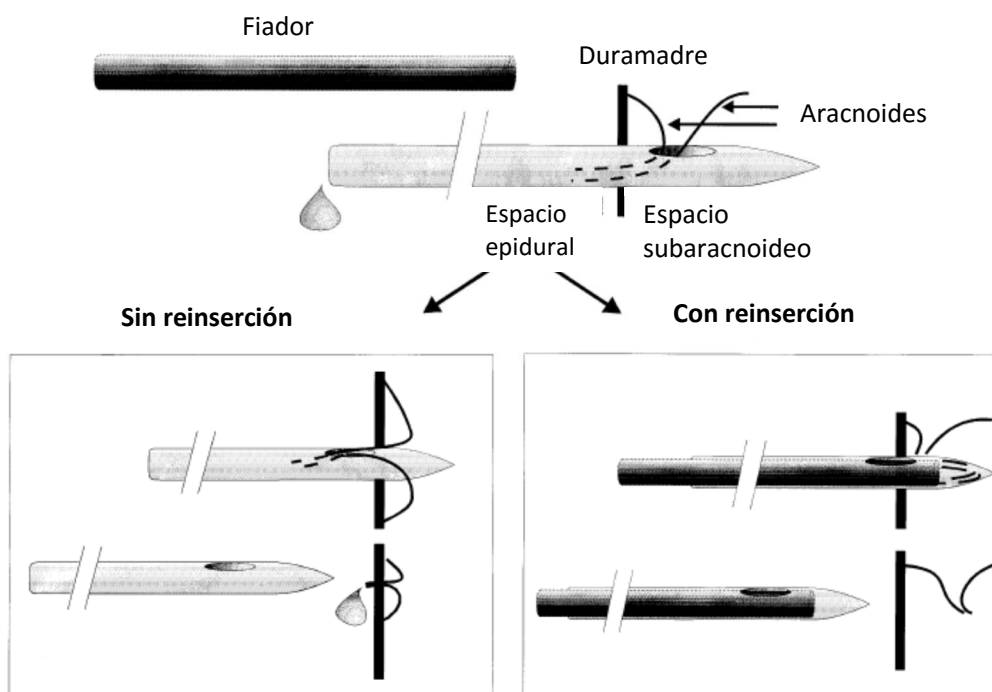


**Figura 10.** Orificio creado en la duramadre con una aguja traumática de 17 G. Izquierda: bisel perpendicular. Derecha: bisel paralelo. Extraído de Angle et al<sup>65</sup>.

### 3.3.i Reintroducción del fiador.

Desde hace años se plantea el dilema de si es necesario volver a introducir el fiador antes de extraer la aguja tras la PL<sup>107,108</sup>. Para responder a esta pregunta Strupp y Brandt<sup>109,110</sup> asignaron de forma aleatoria la reintroducción del fiador

en 600 PL diagnósticas haciendo dos grupos de 300 PL cada uno. En el grupo de pacientes en el que no se reintrodujo el fiador la incidencia de CPP fue del 16% frente al 5% en el otro grupo, siendo esta diferencia estadísticamente significativa. Los autores de este trabajo exponen como explicación para este hallazgo la hipótesis de la herniación de algunas fibras de la aracnoides a través del orificio creado por la aguja en la duramadre, de tal forma que dificultan el cierre de este orificio y por tanto se mantiene durante más tiempo la pérdida de LCR. Con la reintroducción del fiador se volverían a introducir en el espacio subaracnoideo las fibras enganchadas al orificio y permitirían a este cerrarse más fácilmente, disminuyendo la pérdida de LCR (Figura 11).



**Figura 11.** Hipótesis del mecanismo por el que la reintroducción del fiador disminuye el riesgo de cefalea post-punción. Extraído de Strupp et al<sup>110</sup>.

### **3.3.j Número de pinchazos.**

Apoyando la teoría de la pérdida de LCR como mecanismo causante de la CPP, varios estudios han encontrado que existe una relación directamente proporcional entre el número de veces que se introduce la aguja a través de la duramadre y el riesgo de desarrollar CPP<sup>83,84</sup>. El trabajo más relevante al respecto fue realizado de forma prospectiva en 8 034 procedimientos de anestesia espinal por Seeberger et al.<sup>83</sup> los cuales consiguieron demostrar de forma definitiva esta relación, que se ponía en duda en estudios previos con menor potencia estadística.

### **3.3.k Volumen de líquido extraído.**

En la PL diagnóstica se saca LCR para analizarlo posteriormente. El volumen de muestra que se recoge depende del motivo por el que se ha indicado la PL y por lo tanto del número y el tipo de análisis que se van a realizar con él. En el caso de la PL terapéutica tras la extracción del LCR se administra un volumen de medicación al espacio subaracnoideo y en la anestesia espinal se inyecta la medicación sin retirar previamente LCR.

Esta situación implica que hay diferencias importantes entre el balance de volumen de LCR en los distintos pacientes, y por lo tanto se plantea la cuestión de si existe relación entre este volumen y la incidencia de CPP, apoyando de esta forma la teoría sobre el mecanismo fisiopatológico de dicha cefalea.

La incidencia de CPP es distinta según el tipo de PL (aunque existen diferencias importantes en los estudios publicados). Tras la PL diagnóstica hay una incidencia de alrededor del 30% mientras que en las punciones realizadas para anestesia espinal, esta es menor y depende de si se trata de una anestesia espinal obstétrica (18%) o no obstétrica (13%)<sup>76</sup>. Esta situación es congruente con la posible relación entre volumen de LCR extraído y CPP.

Kunkle et al. realizaron una serie de experimentos en los que observaron que tras la extracción de una muestra de 15-20 ml de LCR aparecía una cefalea con características de CPP. En algunos sujetos se llevó a cabo la inyección intratecal de un volumen similar al extraído de un fluido cristalino, lo cual llevó a la resolución completa de los síntomas en un periodo breve de tiempo<sup>111</sup>.

### **3.3.1 Características del líquido cefalorraquídeo.**

Hay pocos trabajos que tengan en cuenta las características del LCR y su relación con la aparición de CPP. Kuntz et al.<sup>77</sup> estudiaron la relación entre la cantidad de hematíes, leucocitos y proteínas en LCR y la incidencia de CPP sin llegar a encontrar ninguna asociación.

### **3.4 Valoración de la cefalea en niños.**

Para la valoración del dolor en los niños se utilizan en la práctica médica escalas validadas adecuadas para cada grupo de edad o para la capacidad de colaboración del paciente<sup>112,113</sup>. La utilidad de estas escalas ha sido suficientemente demostrada y sin duda ha mejorado el manejo del dolor tanto en los niños como en los adultos. Sin embargo dichas escalas han sido validadas para su utilización por parte de personal sanitario entrenado y por lo tanto son aplicables en un entorno sanitario. Pero los niños padecen dolor fuera de este entorno tan restringido y es necesario considerar otras herramientas que les permitan a ellos y a sus familiares evaluar la intensidad del dolor que sufren.

Esta situación es especialmente habitual tras una intervención quirúrgica, en la que se puede anticipar la aparición del dolor y por lo tanto se deben anticipar también las posibles estrategias para su reconocimiento y tratamiento en el domicilio por parte de los padres. Se han realizado gran cantidad de estudios que tratan de encontrar la manera de proporcionar a los familiares herramientas válidas para enfrentarse a esta situación y evaluar la eficacia de las mismas<sup>114</sup>. En casi todos los casos se administra a los padres algún tipo de información verbal y escrita sobre el reconocimiento del dolor o la administración de analgésicos. Las estrategias que se proponen a los familiares para reconocer el dolor incluyen la observación de cambios en la actitud o la postura del niño<sup>115</sup>, las modificaciones en las actividades de su vida diaria<sup>116</sup>, la aplicación de la escala de Wong-Baker por los propios padres o de la escala de control del dolor postoperatorio<sup>117</sup>.

La cefalea es un trastorno relativamente frecuente en la edad pediátrica. Es habitual utilizar cuestionarios para evaluarla, ya que ello ha demostrado ser más fiable que la aplicación de criterios clínicos en el momento de la atención médica, debido a que con frecuencia se trata de un síntoma intermitente<sup>118</sup>. Se sabe que la utilización de un diario es un método más fiable, porque en los cuestionarios retrospectivos los pacientes tienden a magnificar tanto la duración como la intensidad de la cefalea<sup>119</sup>. La guía actual del Royal College of Physicians (UK) para el diagnóstico y tratamiento de la cefalea<sup>120</sup> recomienda la utilización de diarios como apoyo para el diagnóstico de cefalea primaria recurrente.



## **HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

## 1. Hipótesis.

La **hipótesis de trabajo** es que cuando se realiza una punción lumbar terapéutica en niños con enfermedades oncológicas, la introducción de la aguja colocando el bisel en posición paralela a las fibras de la duramadre se asocia a menor incidencia de CPP que si se coloca perpendicular.

## 2. Objetivos.

- 1.1. El **objetivo principal** de este estudio es averiguar si existe alguna asociación entre la posición del bisel durante la realización de la PL terapéutica y la incidencia de CPP en niños con enfermedades oncológicas.
- 1.2. Los **objetivos secundarios** son:
  - 1.2.1. Describir la incidencia de CPP en niños con enfermedades oncológicas a los que se les realiza una PL terapéutica.
  - 1.2.2. Describir las características de la CPP en niños con enfermedades oncológicas a los que se les realiza una PL terapéutica.
  - 1.2.3. Estudiar la relación entre las características intrínsecas de los pacientes y las del procedimiento de la PL en niños con la aparición de CPP.

# **MATERIAL Y MÉTODOS**

## **1. Diseño del estudio.**

Este es un estudio prospectivo, experimental, aleatorizado y con enmascaramiento doble ciego.

Ha sido aprobado por el Comité de Ética e Investigaciones Clínicas del Hospital Infantil Universitario Niño Jesús y presentado para la revisión del proyecto a la Comisión de Investigación Clínica del mismo hospital.

Los pacientes han sido reclutados durante un periodo de 5 años (entre Febrero de 2012 y Febrero de 2017). Todos ellos eran pacientes que recibían tratamiento en el Servicio de Oncología del Hospital Infantil Universitario Niño Jesús. La indicación de la PL fue realizada por el pediatra oncólogo responsable teniendo en cuenta los protocolos específicos para cada patología.

## **2. Criterios de inclusión.**

- Pacientes con edades comprendidas entre los 2 y los 18 años.
- Pacientes con enfermedades oncológicas a los que se les realiza una PL terapéutica.

### **3. Criterios de exclusión:**

- Pacientes con enfermedades oncológicas con extensión al sistema nervioso central.
- Pacientes sometidos a trasplante de progenitores hematopoyéticos.
- Pacientes con meningitis o encefalitis.
- Pacientes con lesiones intracraneales o sometidos a cirugía intracraneal.
- Pacientes no colaboradores (menores de 2 años o con un CI < 60).
- Pacientes que estén postrados la mayor parte del día.
- Pacientes con hipertensión intracraneal.

A los pacientes mayores de 12 años y/o a sus tutores legales en niños menores de esta edad que cumplieron todos los criterios de inclusión y ninguno de los criterios de exclusión, se les informó de la existencia del estudio y aquellos que accedieron a participar, firmaron un documento de consentimiento informado.

### **4. Técnica de punción lumbar.**

El médico que realizó la PL fue el pediatra oncólogo responsable del paciente en el momento de la indicación de la misma o un médico interno residente. Previamente a la realización de la PL los pacientes fueron asignados de forma aleatoria a un grupo. En el grupo A la PL se realizó colocando el bisel paralelo a las fibras de la duramadre (hacia un lado en caso de estar el paciente en sedestación y hacia arriba o hacia abajo en caso de estar en decúbito lateral). En el grupo B, el bisel se colocó perpendicular a las fibras de la duramadre

(hacia arriba o hacia abajo en caso de estar el paciente en sedestación y hacia un lado en caso de estar en decúbito lateral). El resto de la técnica de la PL se realizó igual en todos los casos (Tabla 3) excepto en la postura del paciente durante la punción, que se dejó a la elección del médico que realizó la PL.

**Tabla 3.** Técnica utilizada en todas las punciones lumbares.

<b>Punto de entrada</b>	1º o 2º espacio interespinoso sobre la línea que une ambas crestas ilíacas, con una inclinación hacia el ombligo de 30º.
<b>Aguja</b>	Tipo Quincke de calibre 22 G con fiador.
<b>Fiador</b>	No se reintroduce tras la administración de quimioterapia.

Se colocó un parche con lidocaína tópica (EMLA®) al menos una hora antes de realizar la PL. A los pacientes a los que se les iba a realizar una punción aspiración de médula ósea después de la PL se les administraron propofol y fentanilo intravenosos para conseguir un estado de sedación profunda. A los pacientes a los que sólo se les realizó la PL se les administró óxido nitroso inhalado.

## **5. Volumen de líquido cefalorraquídeo extraído.**

A lo largo de los 5 años que ha durado la recogida de datos para este trabajo, el número de tubos de LCR que se extraía a los pacientes para el estudio de extensión de su enfermedad en el SNC en el servicio de oncología fue modificado. Entre el año 2012 y el 2014 en la mayoría de los procedimientos se extrajeron 6 tubos con alrededor de 2 ml de LCR ya que en todos los casos se realizó un estudio de la EMR por citometría de flujo como parte de un protocolo de investigación. Desde el año 2014 y como consecuencia de las conclusiones de dicho protocolo, se pasó a extraer 3 tubos de LCR en las PL realizadas a pacientes en fase de tratamiento intensivo (inducción, consolidación o reinducción) y en 5 tubos en las PL realizadas a pacientes en fase de mantenimiento. Se extrajeron 2 ml de LCR en cada tubo.

## **6. Quimioterapia intratecal.**

La elaboración de la quimioterapia intratecal se realizó siguiendo los protocolos de farmacia hospitalaria del centro, en condiciones de esterilidad, en una campana de flujo laminar vertical. Se elaboraron mezclas triples compuestas por metotrexato, citarabina e hidrocortisona (las dosis según el protocolo SEHOP-PETHEMA 2013 aparecen en la Tabla 4). Una vez realizada la mezcla se pasó por un filtro de 0,22 micras a una jeringa de 5 ml y se completó con suero salino fisiológico hasta un volumen final de 2,5 ml. La solución resultante tenía un pH aproximado de 7,3 y una osmolaridad de menos de 300 mOsm/l.

Se cerró con un tapón estéril y se acondicionó en una bolsa opaca a la luz. La caducidad de la solución era de 24 h en nevera.

**Tabla 4.** Dosis de quimioterapia de la triple intratecal. Extraído de Protocolo SEHOP-PETHEMA<sup>39</sup>.

	<i>1-2 años</i>	<i>2-3 años</i>	<i>&gt; 3 años</i>
<b>Metotrexate</b> sin conservantes (25 mg/ml)	8 mg (0,32 ml)	10 (0,4 ml)	12 (0,48 ml)
<b>Citarabina</b> sin conservantes (50 mg/ml)	16 (0,32 ml)	20 (0,4 ml)	30 (0,6 ml)
<b>Hidrocortisona</b> (100 mg/ml)	10 (0,1 ml)	15 (0,15 ml)	20 (0,2 ml)
<b>Suero salino fisiológico</b>	Hasta 2,5 ml	Hasta 2,5 ml	Hasta 2,5 ml

Algunos pacientes diagnosticados de linfoma recibieron quimioterapia intratecal con metotrexato e hidrocortisona exclusivamente por la indicación del protocolo de tratamiento de su enfermedad.

## **7. Recogida de datos.**

La recogida de los datos se llevó a cabo en dos fases distintas. El médico que realizó la PL registró la información relacionada con la técnica y el estado clínico de los pacientes en el momento de la punción en un cuadernillo de recogida de datos en papel (Anexo I). Además, hizo entrega de un diario de síntomas al paciente o sus familiares para que registraran la evolución del



paciente (Anexo II) y dieron instrucciones verbales y por escrito al paciente y a sus familiares.

El primer investigador registró los pacientes en el estudio y retiró la primera hoja del cuadernillo de recogida de datos donde se asignaba el grupo según la orientación del bisel de la aguja para la PL. Un segundo equipo de investigadores contactó telefónicamente con los pacientes (y/o sus tutores legales) al menos 10 días después de la realización de la PL, con el objetivo de detectar la aparición de CPP y de otros factores relacionados con la aparición de la misma que pudieran interferir en las conclusiones del estudio. Este equipo estuvo formado por las mismas 4 personas durante todo el periodo de duración del estudio. Al preguntar sobre la intensidad del dolor se consideraron 4 niveles (no dolor, leve, moderado, intenso). Para valorar la aparición de CPP, se interrogó a los padres o tutores legales sobre la aparición de una cefalea de las características clínicas coincidentes con los criterios de CPP, publicados por la Headache Classification Committee of the International Headache Society<sup>121</sup>:

- Cefalea bilateral que aparece antes de 7 días tras haberse realizado la PL.
- Aparece o empeora al ponerse en bipedestación o sedestación (en menos de 15 minutos) y mejora o desaparece al colocarse en decúbito (antes de 30 minutos).
- Desaparece antes de pasar 14 días desde la PL.

El **registro de los datos** fue realizado en un formulario electrónico (Google Drive®). Las variables incluidas tenían normas de validación con el objeto de restringir los errores de cumplimentación. A los pacientes se les identificó por

un número de registro. En las variables no se incluyó ningún dato que pudiera permitir la identificación del paciente. Solamente la investigadora principal tenía acceso a la base de datos.

## **8. Aleatorización.**

Para asignar a cada paciente a un grupo del estudio se llevó a cabo una aleatorización balanceada por grupos utilizando una tabla de números aleatorios.

## **9. Enmascaramiento.**

El equipo de investigadores encargado de contactar telefónicamente con el paciente para determinar la aparición de CPP fue diferente al que realizaba las PL y no sabía a qué grupo pertenecía el paciente. La asignación del grupo según la orientación del bisel aparecía en una hoja independiente con la numeración correspondiente a dicho paciente a la que este equipo no tuvo acceso en ningún momento. El paciente también desconocía a qué grupo del estudio pertenecía.

## **10. Tamaño muestral.**

La incidencia de CPP en niños es menor que en adultos, aunque hay pocos estudios al respecto. Para calcular el tamaño muestral se partió de la incidencia de CPP encontrada en un estudio sobre PL diagnóstica en niños (25%)<sup>122</sup>. Nosotros esperamos una incidencia menor ya que en nuestros pacientes se iba a realizar una PL terapéutica. Considerando una incidencia de CPP del 20% y una diferencia estadísticamente significativa cuando la p es menor de 0,05, se calculó que era necesario estudiar al menos a 210 pacientes para encontrar diferencias entre ambos grupos.

## **11. Análisis estadístico.**

### **11.1 Análisis descriptivo.**

Las variables cualitativas se describieron utilizando frecuencias absolutas (n) y relativas en forma de porcentajes (%).

En las variables cuantitativas se utilizó la prueba de bondad de ajuste a la distribución normal de Kolmogorov-Smirnov. Únicamente la desviación estándar (DE) de la talla seguía una distribución normal en la muestra. Con el objetivo de homogeneizar los resultados se decidió utilizar en todas las variables la mediana como medida de tendencia central y los valores de percentil 25 y percentil 75 (p25-p75) como medida de dispersión.

## **11.2 Análisis univariante.**

Se hicieron distintos grupos con los pacientes de la muestra para poder comparar la distribución de las distintas variables entre ellos con el fin de detectar posibles factores de confusión y así poderlos incluir en la regresión logística. Los grupos se hicieron en función de la edad, la orientación del bisel durante la PL (paralelo o perpendicular) y en función de la aparición de CPP.

Para comparar las diferencias de los porcentajes de las variables cualitativas entre los grupos con CPP frente a sin CPP se utilizó la prueba de chi-cuadrado de Pearson o el test de Fisher en el caso de muestras pequeñas y con dos categorías, o la corrección de máxima verosimilitud en caso de más de 2 categorías.

Para comparar las variables cuantitativas se utilizó la prueba no paramétrica de la U de Mann-Whitney.

## **11.3 Análisis de regresión logística.**

Para detectar aquellos factores que se asociaron de forma significativa a la aparición de CPP, se realizó un análisis de regresión logística binaria, con la variable CPP No frente a Sí como variable dependiente, calculando el OR y los IC al 95% correspondientes para cada una de las variables independientes de estudio. Se realizó el análisis en varios pasos:

### **11.3.a. Modelos univariantes.**

En primer lugar se hizo un modelo de regresión logística univariante con cada una de las variables independientes de estudio frente a la aparición de CPP.

### **11.3.b. Modelo multivariante.**

Se hizo una regresión logística multivariante incluyendo todas aquellas variables en las que se detectaron previamente diferencias con un error  $\alpha$  inferior a 0,1 y mediante el método de selección de variables de pasos sucesivos hacia delante (stepwise forward), con probabilidad de entrada de 0,1 y de salida del modelo de 0,15.

### **11.3.c Modelos ajustados.**

Por último, con las variables seleccionadas en el paso anterior, se realizó un modelo de regresión logística multivariante ajustada por edad y género y con aquellos factores recogidos de relevancia para el estudio que están descritos en la literatura como posibles determinantes de CPP.

Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico SPSS versión 20.0 (IBM Corp. Released 2011. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp.). Se consideró estadísticamente significativa una diferencia con un error  $\alpha$  inferior al 5%.

## **12. Consideraciones éticas.**

El estudio fue remitido para su valoración al Comité Ético del Hospital Infantil Universitario Niño Jesús de Madrid obteniendo un informe favorable con fecha del 22 de febrero de 2012. Los investigadores se han asegurado de que el estudio se realizara de acuerdo con la legislación vigente (Real Decreto 223/2004 y Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal 15/1999, de 13 de diciembre, BOE14-12-1999, pp.43088-43099) y al Nuevo Código de Ética y deontología médica aprobado por la Organización Médica Colegial española, a la Declaración de Helsinki de 1964 (enmendada en 2013) y a las normas de buena práctica clínica, Orden SCO/256/207 de 5 de febrero, BOE 13-2-2007.

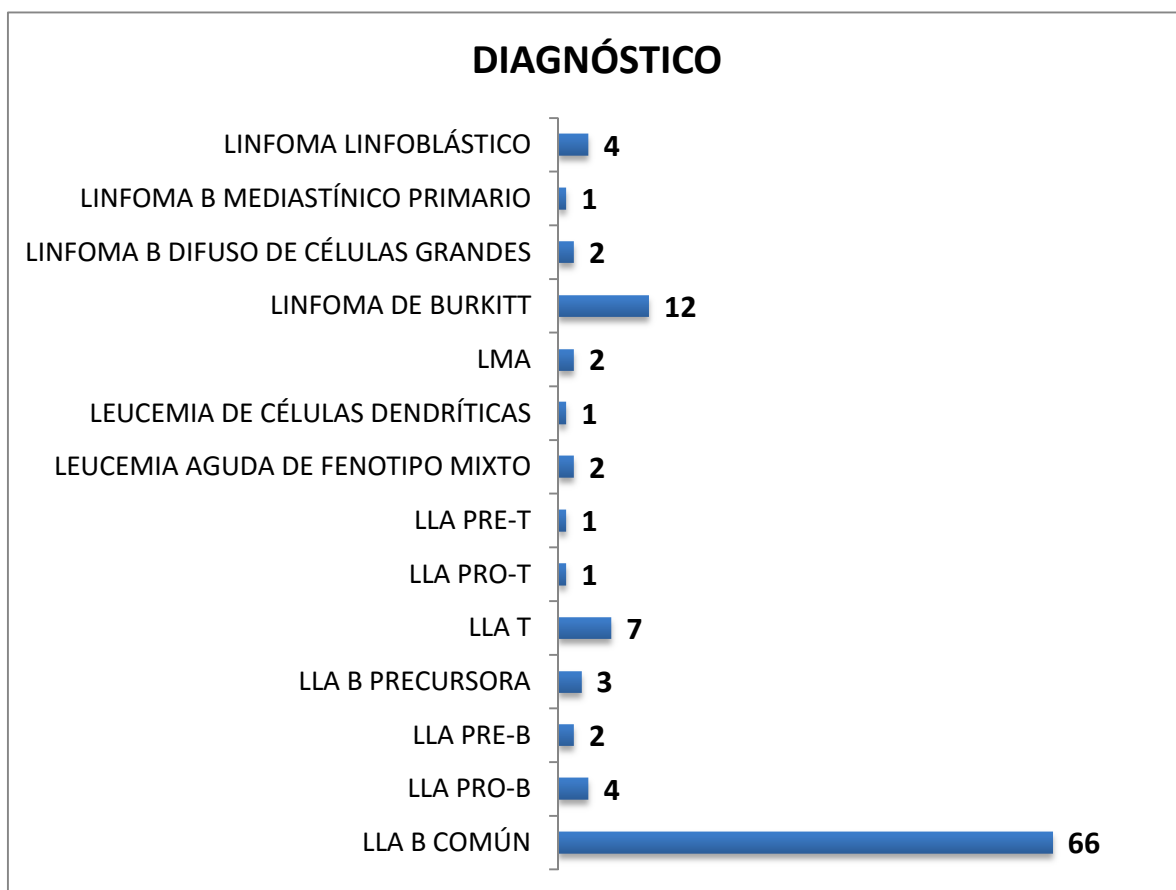
Se informó a los padres sobre la existencia y los objetivos del estudio tanto verbalmente como entregándoles un documento escrito y se les facilitó el consentimiento informado por escrito que debían firmar en caso de que el niño fuera menor de 12 años. Los mayores de 12 años también firmaron consentimiento junto con sus padres.

La investigadora principal fue la responsable del control de la base de datos y aseguró el cumplimiento de los principios de confidencialidad y seguridad. Solamente ella tuvo acceso a dicha base de datos mediante una contraseña. La base de datos no incluyó nombres ni otros datos del paciente que permitieran su identificación. Cada episodio fue identificado mediante un número de registro.

## **PACIENTES**

Se incluyeron en el estudio 118 pacientes, de los cuales 11 fueron eliminados por fallecimiento o por no poder realizar el seguimiento completo. Finalmente quedaron en el estudio 107 pacientes, 66 eran niños (59,8%) y 45 niñas. La mediana de edad fue de 7 años con un rango intercuartílico (p25-p75) entre 4 y 10 años. La edad mínima fue de 1 año y la máxima de 17 años.

Todos fueron atendidos en el Servicio de Oncología del Hospital Infantil Universitario Niño Jesús de Madrid durante los años 2012 y 2017, con los diagnósticos que aparecen en la Figura 12.



**Figura 12.** Diagnóstico de los pacientes incluidos en el estudio. LMA: leucemia mieloide aguda. LLA: leucemia linfoblástica aguda.



## **RESULTADOS**

## Descripción de los procedimientos de punción lumbar.

Se han recogido un total de 256 procedimientos de PL realizados en los 107 pacientes incluidos en el estudio. En la Tabla 5 aparece la distribución de los procedimientos entre los pacientes.

**Tabla 5.** Número de punciones lumbares realizadas en los pacientes de la muestra.

1 PL	39 pacientes
2 PL	25 pacientes
3 PL	19 pacientes
4 PL	15 pacientes
5 PL	6 pacientes
6 PL	3 pacientes

PL: punción lumbar.

Casi 8 de cada 10 PL (204 de 256) fueron realizadas en niños menores de 10 años (79,7%). El 94,5% de los pacientes recibieron quimioterapia sistémica en los días previos o posteriores a la realización de la PL terapéutica. Las PL fueron realizadas en primer lugar por médicos residentes en el 53,1% de los casos y sólo una minoría (9,8%) precisó la intervención del médico adjunto posteriormente. El 37% restante de las PL fueron realizadas únicamente por el médico adjunto.

En la mayoría de los procedimientos el médico prefirió colocar al paciente en posición de decúbito lateral (92,2%) y no se reintrodujo el fiador de la aguja tras la administración de la quimioterapia (93,8%). Fue excepcional necesitar más

de 3 intentos para conseguir una PL con éxito (8 procedimientos, un 3,2%). En el 47,7% de los procedimientos se extrajeron 3 tubos de LCR antes de administrar la quimioterapia y en el 35,9% se extrajeron 6 tubos. El 23% de las PL fueron traumáticas.

En el 95% de los procedimientos se contactó por vía telefónica antes de los 30 días posteriores a la PL para completar el formulario.

### **Características de los grupos formados con los procedimientos respecto de la orientación del bisel durante la punción lumbar.**

Con la asignación aleatoria de la orientación del bisel durante la PL se formaron dos grupos: a 127 pacientes se les realizó la PL con el bisel paralelo a las fibras de la duramadre y a 129 con el bisel perpendicular.

Ambos grupos eran similares en cuanto a la distribución de las variables estudiadas a excepción de la postura del paciente durante la PL, ya que en el grupo con el bisel perpendicular se colocaron en sedestación un 11,6% de pacientes frente al 3,9% en el otro grupo, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ( $p = 0,022$ ).

Las características de las variables cualitativas y de las variables cuantitativas en ambos grupos se pueden ver en la Tabla 6 y en la Tabla 7, respectivamente.


**Tabla 6.** Distribución de las variables cualitativas en la muestra por grupos según la orientación del bisel.

		BISEL PARALELO (n = 127)	BISEL PERPENDICULAR (n = 129)	Valor de p
		% n	% n	
GÉNERO	Niña	39,4 50	38,8 50	0,920
	Niño	60,6 77	61,2 79	
CEFALEA EN EL MOMENTO DE LA PL	Si	2,4 3	0,8 1	0,368
		97,6 124	99,2 128	
QUIMIOTERAPIA EN LOS DÍAS PREVIOS	Si	94,5 120	94,6 122	0,976
		5,5 7	5,4 7	
AP DE MIGRAÑA	Si	1,6 2	2,3 3	1,000
		98,4 125	97,7 126	
AP DE CPP	Si	21,3 27	25,6 33	0,414
		78,7 100	74,4 96	
REINTRODUCCIÓN DEL FIADOR	Si	4,7 6	7,8 10	0,317
		95,3 121	92,2 119	
POSTURA	Sentado	3,9 5	11,6 15	0,022
	Tumbado	96,1 122	88,4 114	
SEDACIÓN	Si	98,4 125	94,6 122	0,094
		1,6 2	5,4 7	

<b>MÉDICO QUE REALIZA LA PL</b>	<b>Adjunto</b>	35,4 45	38,8 50	0,226
	<b>Residente</b>	57,5 73	48,8 63	
	<b>Adjunto + Residente</b>	7,1 9	12,4 16	
<b>Nº DE PINCHAZOS</b>	<b>1</b>	74 94	78,3 101	0,644
	<b>2</b>	16,5 21	12,4 16	
	<b>3</b>	5,5 7	7 9	
	<b>&gt; 3</b>	3,9 5	2,3 3	
<b>Nº DE TUBOS DE LCR EXTRAÍDOS</b>	<b>1</b>	0,8 1	0 0	0,314
	<b>2</b>	0 0	0,8 1	
	<b>3</b>	44,9 57	50,4 66	
	<b>4</b>	4,7 6	1,6 2	
	<b>5</b>	14,2 18	10,9 14	
	<b>6</b>	35,4 45	36,4 47	
<b>Nº DE HEMATÍES EN EL LCR</b>	<b>0</b>	78 99	76 98	0,286
	<b>0 - 200</b>	18,1 23	15,5 20	
	<b>&gt; 200</b>	3,9 5	8,5 11	

AP: antecedentes personales. CPP: cefalea post-punción. LCR: líquido cefalorraquídeo.

PL: punción lumbar.

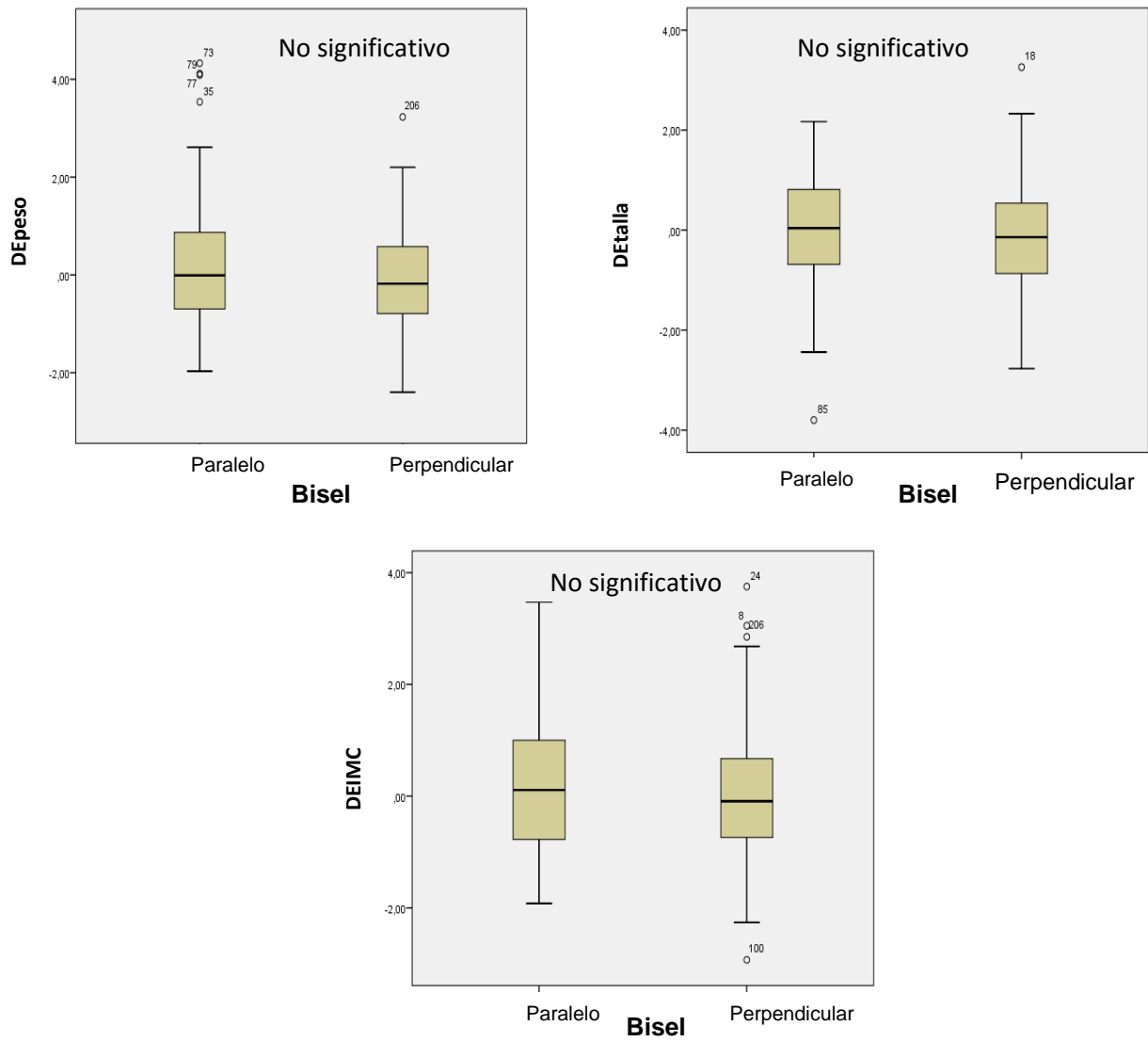
 p < 0,05

**Tabla 7.** Características de las variables cuantitativas en la muestra por grupos, según la orientación del bisel.

	<b>BISEL PARALELO (n = 127)</b>	<b>BISEL PERPENDICULAR (n = 129)</b>	
	<b>Mediana (p25-p75)</b>	<b>Mediana (p25-p75)</b>	<b>Valor de p</b>
<b>Edad</b>	7 (4 - 10)	7 (4 - 10)	0,989
<b>DE peso</b>	-0,01 (-0,70 - 0,89)	-0,18 (-0,79 - 0,59)	0,242
<b>DE talla</b>	0,04 (-0,69 - 0,86)	-0,14 (-0,91 - 0,55)	0,167
<b>DE IMC</b>	0,11 (-0,79 - 1,03)	-0,90 (-0,75 - 0,68)	0,320

DE: desviación estándar. IMC: índice de masa corporal.

Tampoco se encontraron diferencias entre ambos grupos en la distribución de la edad y las características de la antropometría (Figura 13).



**Figura 13.** Comparación entre las características antropométricas de los grupos en función de la orientación del bisel durante la punción lumbar.

### **Incidencia de cefalea post-punción en los grupos de la muestra según la orientación del bisel durante la punción lumbar.**

Se diagnosticó CPP en 24 de los 256 procedimientos recogidos, por lo que la incidencia global fue del 9,4%.

Analizándolo por separado, 7 de los 127 pacientes del grupo en el que se colocó el bisel paralelo a las fibras de la duramadre durante la PL desarrollaron CPP (5,5%) frente a 17 de los 129 del grupo en el que el bisel se colocó perpendicular (13,2%). Esta diferencia resultó ser estadísticamente significativa ( $p = 0,035$ ).

### **Distribución de las variables en los grupos de la muestra según la aparición de cefalea post-punción.**


Se formaron dos grupos con los procedimientos según desarrollaran CPP tras la PL o no. Se compararon las características de las variables intrínsecas de los pacientes y de aquellas relacionadas con el procedimiento de la PL en ambos grupos (Tablas 8 y 9).




**Tabla 8.** Comparación de las características intrínsecas en los pacientes con y sin cefalea post-punción.

		Con CPP (n = 24)	Sin CPP (n = 232)	Valor de p
		% n	% n	
GÉNERO	Niña	41,7 10	38,8 90	0,784
	Niño	58,3 14	61,2 142	
CEFALEA	Si	4,2 1	1,3 3	0,327
		95,8 23	98,7 229	
AP MIGRAÑA	Si	8,3 2	1,3 3	0,071
		91,7 22	98,7 229	
AP CPP	Si	58,3 14	19,8 46	0,000
		41,7 10	80,2 186	

AP: antecedentes personales. CPP: cefalea post-punción.

 p < 0,1


 p < 0,05


**Tabla 9.** Comparación de las características relacionadas con el procedimiento de la punción lumbar en los pacientes con y sin cefalea post-punción.

		Con CPP (n = 24)	Sin CPP (n = 232)	Valor de p
		% n	% n	
QUIMIOTERAPIA EN LA SEMANA DE LA PL	Si	95,8 23	94,4 219	1,000
		4,2 1	5,6 13	
FIADOR	Si	4,2 1	6,5 15	1,000
		95,8 23	93,5 217	
POSTURA	Sentado	8,3 2	7,8 18	1,000
	Tumbado	91,7 22	92,2 214	
BISEL	Paralelo	29,2 7	51,7 120	0,035
	Perpendicular	70,8 17	48,3 112	
SEDACIÓN	Si	100 24	96,1 223	1,000
		0 0	3,9 9	
MÉDICO	Adjunto	37,5 9	37,1 86	0,888
	Residente	50 12	53,4 124	
	Los dos	12,5 3	9,5 22	
Nº DE PINCHAZOS	1	83,3 20	75,4 175	0,738
	2	8,3 2	15,1 35	
	3	4,2 1	6,5 15	
	> 3	4,2 1	3 7	

<b>Nº DE TUBOS EXTRAÍDOS</b>	<b>1</b>	0 0	0,4 1	0,569
	<b>2</b>	0 0	0,4 1	
	<b>3</b>	62,5 15	46,1 107	
	<b>4</b>	0 0	3,4 8	
	<b>5</b>	8,3 2	12,9 30	
	<b>6</b>	29,2 7	36,6 85	
<b>HEMATÍES EN EL LCR</b>	<b>0</b>	70,8 17	77,6 180	0,763
	<b>0 - 200</b>	20,8 5	16,4 38	
	<b>&gt; 200</b>	8,3 2	6 14	

CPP: cefalea post-punción. LCR: líquido cefalorraquídeo.

 p < 0,1

 p < 0,05

De las características intrínsecas de los pacientes, los antecedentes personales de CPP aparecieron con mayor frecuencia en los pacientes diagnosticados de CPP, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,001$ ). Se calculó un riesgo relativo (RR) de 4,57 para la aparición de CPP en los pacientes con AP de CPP.

La orientación del bisel de la aguja durante la PL también mostró una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos ( $p = 0,035$ ). El RR para la orientación perpendicular del bisel fue de 2,39 y 0,42 para la orientación paralela, con un *number needed to treat* (NNT) de 12.

**Relación entre la orientación del bisel durante la punción lumbar terapéutica en niños con enfermedades oncológicas y la incidencia de cefalea post-punción.**

La orientación del bisel durante la PL se asoció de forma estadísticamente significativa al desarrollo de CPP cuando fue analizado de forma individual, con un OR de 0,38 (IC95% 0,15 – 0,96;  $p = 0,041$ ).

Al realizar un análisis multivariante con aquellos factores que en nuestro estudio mostraron significación estadística o tendencia a la misma (con un valor de  $p < 0,1$ ) en el análisis univariante, la relación entre la orientación del bisel durante la PL terapéutica y la incidencia de CPP obtuvo una  $p = 0,072$ .

En el análisis multivariante ajustado por edad y género incluyendo los factores asociados a CPP en la bibliografía, la relación mantuvo un valor de  $p = 0,056$ . (Tabla 10).


**Tabla 10.** Análisis de los posibles factores asociados al desarrollo de cefalea post-punción.


	UNIVARIANTE			MULTIVARIANTE Factores con p < 0,1 ajustado x edad y género			MULTIVARIANTE Factores asociados en la bibliografía		
	OR	IC 95%	p	OR	IC 95%	p	OR	IC 95%	p
Bisel	0,38	0,15-0,96	0,041	0,41	0,16-1,08	0,072	0,38	0,14-1,03	0,056
Edad	1,06	0,96-1,18	0,226	1,02	0,90-1,16	0,715	1,01	0,88-1,16	0,844
Género	0,89	0,38-2,08	0,784	0,76	0,29-2,03	0,585	0,67	0,24-1,84	0,434
DE Peso	0,67	0,43-1,04	0,077	-	-	0,931	-	-	0,981
DE Talla	0,82	0,56-1,22	0,332	-	-	-	-	-	-
DE IMC	0,70	0,47-1,03	0,071	-	-	0,371	-	-	0,387
Nº de PL	1,02	0,65-1,58	0,947	-	-	-	-	-	-
Cefalea	0,30	0,03-3,02	0,307	-	-	-	0,08	0,01-1,15	0,064
Quimioterapia previa	0,73	0,09-5,86	0,769	-	-	-	-	-	-
AP de migraña	0,14	0,02-0,91	0,039	-	-	0,169	0,18	0,02-1,38	0,099
AP de CPP	0,18	0,07-0,42	< 0,001	0,19	0,08-0,48	0,001	0,18	0,07-0,47	0,001
Fiador	1,59	0,20- 12,59	0,661	-	-	-	-	-	0,906
Postura	1,08	0,92-1,0	0,920	-	-	-	-	-	0,902
Médico	1,08	0,44-2,68	0,866	-	-	-	-	-	-
Nº pinchazos	0,85	0,45-1,61	0,618	-	-	-	-	-	0,991
Nº tubos	0,84	0,62-1,14	0,265	-	-	-	-	-	0,319
Hematíes LCR	1,28	0,66-2,48	0,466	-	-	-	-	-	-

AP: antecedentes personales. CPP: cefalea post-punción. DE: desviación estándar.

IC: intervalo de confianza. IMC: índice de masa corporal. LCR: líquido cefalorraquídeo.

OR: odds ratio. PL: punción lumbar.

 p < 0,1

 p < 0,05

### **Análisis univariante. Factores asociados a la aparición de cefalea post-punción.**

De los datos antropométricos, la DE del peso y la DE del IMC mostraron una tendencia a la asociación con la aparición de CPP, sin llegar a ser ésta estadísticamente significativa ( $p < 0,1$ ).

Los antecedentes personales de migraña también tuvieron una tendencia a la asociación con la CPP sin llegar a la significación estadística. Sin embargo, los antecedentes personales de CPP fueron el factor con una relación más sólida para el desarrollo de CPP en nuestro estudio ( $p < 0,001$ ) con una OR de 0,18.

### **Regresión logística. Análisis multivariante y análisis ajustado de factores relacionados con la aparición de cefalea post-punción.**

Los antecedentes personales de CPP fueron la característica que modificó más claramente el riesgo de aparición de CPP, y dicha asociación no disminuyó tras incluir en el análisis el resto de factores, con una OR de 0,18 (Tabla 10).

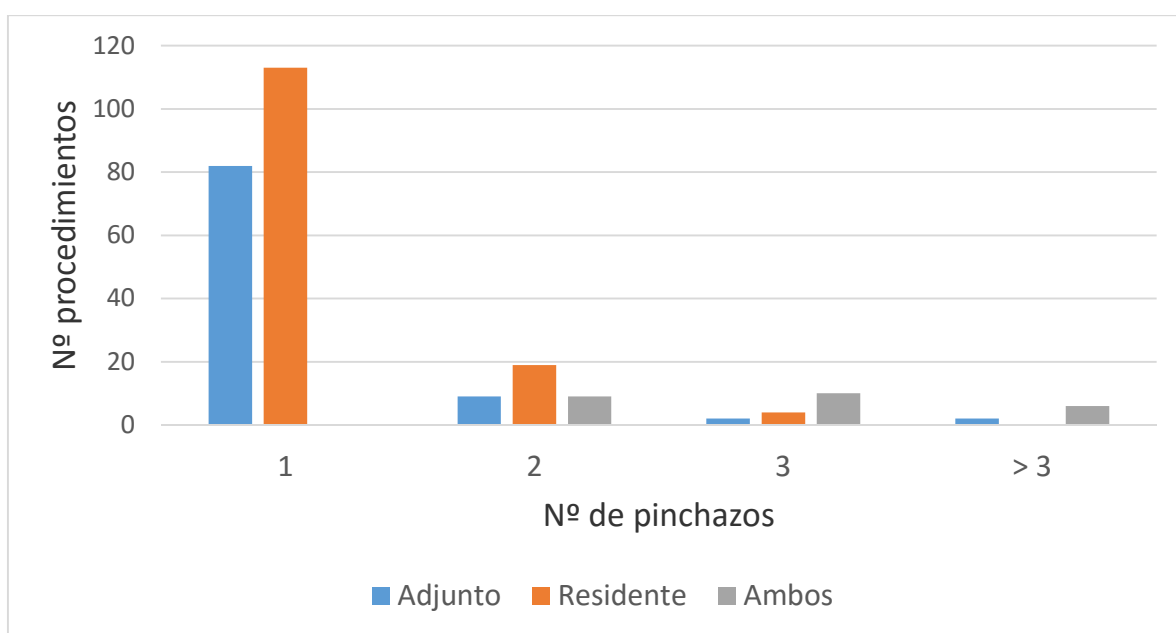
Los antecedentes personales de migraña mantuvieron la tendencia a la significación sin llegar a alcanzarla. La asociación entre la DE del peso y del IMC perdió la significación estadística al incluirlos en el análisis multivariante.

La presencia de cefalea en el momento de la PL mostró relación significativa con la aparición de CPP en el análisis multivariante, sin haber mostrado tal tendencia previamente.

La incidencia de CPP no se vio modificada por la talla, la administración de quimioterapia sistémica en la semana previa a la punción, la reintroducción del fiador, la postura del paciente, el número de pinchazos realizados, el volumen de la muestra extraída, la experiencia del médico que realizó la PL o la presencia de hematíes en el LCR.

## Influencia de la experiencia del médico que realiza la punción lumbar.

Algo más de la mitad de los procedimientos fueron realizados exclusivamente por médicos internos residentes (53%). En 25 punciones intervinieron tanto el médico residente como el adjunto (9,8%). Las restantes PL las llevaron a cabo los médicos adjuntos responsables del paciente en ese momento.



**Figura 15.** Número de pinchazos según la experiencia del médico que realiza la punción lumbar.

La mayoría de los procedimientos se llevaron a cabo en el primer intento (195, 76,2%). No se encontró diferencia en el número de pinchazos que recibió el paciente según la experiencia del médico que realizó la PL, ya que consiguieron obtener LCR con un pinchazo en el 86,3% y el 83,1% respectivamente para adjuntos y residentes, y en el 9,5% y el 14% en el segundo pinchazo.



## Episodios de cefalea post-punción y pacientes que la padecieron.

Hubo 24 casos de CPP que aparecieron en 20 pacientes distintos. La mediana de edad fue de 8 años con un rango entre 2 y 15 años. El 75% de los pacientes eran menores de 10 años.

Sólo en 3 de estos pacientes hubo más de un episodio de CPP durante el estudio. En estos 3 pacientes se realizaron otras PL durante el estudio en las que no apareció CPP (Tabla 11). Los otros 17 pacientes tuvieron un episodio único de CPP a pesar de haberseles realizado varias PL a muchos de ellos.

**Tabla 11.** Pacientes que desarrollaron cefalea post-punción y número de episodios.

	Nº de pacientes (n = 20)	Nº de PL en el estudio	Fechas de las PL (en negrita las que tuvieron CPP)
1 episodio de CPP	17	1 PL: 6 pacientes 2 PL: 4 pacientes 3 PL: 4 pacientes 4 PL: 2 pacientes 6 PL: 1 paciente	-
2 episodio de CPP	2	3	<b>06/05/2014</b> <i>20/05/2014</i> <b>30/09/2014</b>
		4	<b>29/09/2014</b> <b>06/02/2015</b> <i>23/04/2015</i> <i>09/06/2015</i>
3 episodio de CPP	1	5	<b>17/02/2015</b> <b>10/03/2015</b> <b>03/12/2015</b> <i>11/06/2015</i> <i>06/06/2016</i>

CPP: cefalea post-punción. PL: punción lumbar.

### **Tiempo transcurrido desde la punción lumbar hasta la aparición de la cefalea post-punción.**

En 8 pacientes (33%) la cefalea comenzó el mismo día de la PL y en 9 pacientes (37,5%) comenzó pasadas 24 horas de la misma. El resto desarrollaron la CPP en las primeras 48 horas desde la PL excepto un paciente que comenzó pasados 5 días. En ningún caso la CPP se inició pasados 7 días de la PL.

### **Duración de los episodios de cefalea post-punción.**

En el 87% de los pacientes la cefalea se resolvió en los primeros 3 días (en las primeras 24 horas en el 33%, al segundo día en el 25% y al tercer día en el 29%). Un paciente presentó síntomas durante 7 días. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la duración de la CPP y el tiempo transcurrido desde la PL hasta la aparición de la misma.

### **Síntomas asociados a la cefalea en los episodios de cefalea post-punción.**

En más de la mitad de los episodios (14, 58%) los pacientes solo presentaron cefalea en relación con los cambios posturales. El segundo síntoma más habitual fueron los vómitos, que aparecieron en 9 pacientes (37,5%). Un paciente presentó rigidez de nuca. No hubo otros síntomas acompañando a la CPP.

En todos los episodios de cefalea, los pacientes recibieron tratamiento inicial con analgésicos por vía oral en el domicilio para el control del dolor.

### **Repercusión de la cefalea post-punción en las actividades de la vida del paciente.**

En 16 episodios de CPP (67%) el paciente necesitó guardar reposo en cama a causa de los síntomas. En 8 de ellos, el paciente se ausentó del colegio a causa de la cefalea.

Acudieron a consulta médica en 5 casos (21%) y un paciente requirió ingreso hospitalario como consecuencia de la CPP (a causa de los vómitos incoercibles con deshidratación y necesidad de fluidoterapia intravenosa y para control del dolor por vía parenteral).

## **DISCUSIÓN**

## **Relación entre la incidencia de cefalea post-punción y la orientación del bisel de la aguja durante la punción lumbar terapéutica en niños.**

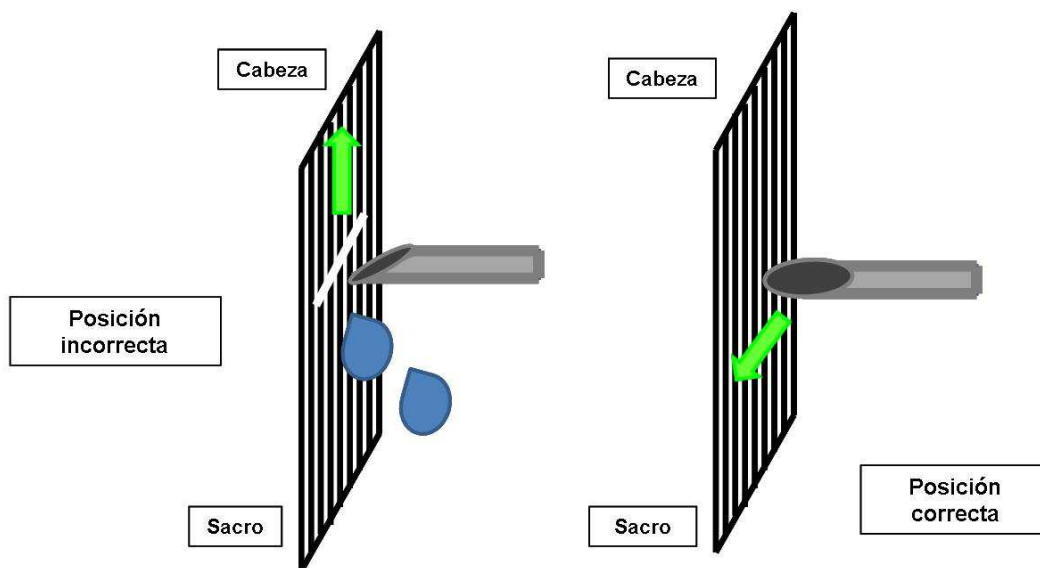
Hasta el momento no se ha demostrado si existe relación entre la orientación del bisel de la aguja durante la PL en los niños y la aparición de CPP. En los últimos años varios estudios han tratado de encontrar factores asociados a la CPP en niños pero no incluyen la orientación del bisel de la aguja. El trabajo de Ebinger et al.<sup>60</sup> incluye niños a los que se les realiza una PL diagnóstica, pero no existe ningún método de aleatorización ni control sobre la orientación del bisel. Los resultados de este estudio encontraron diferencias (que no fueron estadísticamente significativas) en la frecuencia de aparición de CPP con respecto a la orientación del bisel.

En el trabajo de Ramamoorthy et al.<sup>59</sup> se incluyeron 80 niños con enfermedades oncológicas, que precisaron una PL para el diagnóstico o tratamiento de las mismas. Todas las punciones se realizaron con el bisel paralelo a las fibras longitudinales de la duramadre, con lo cual no se pudo comparar con un grupo control.

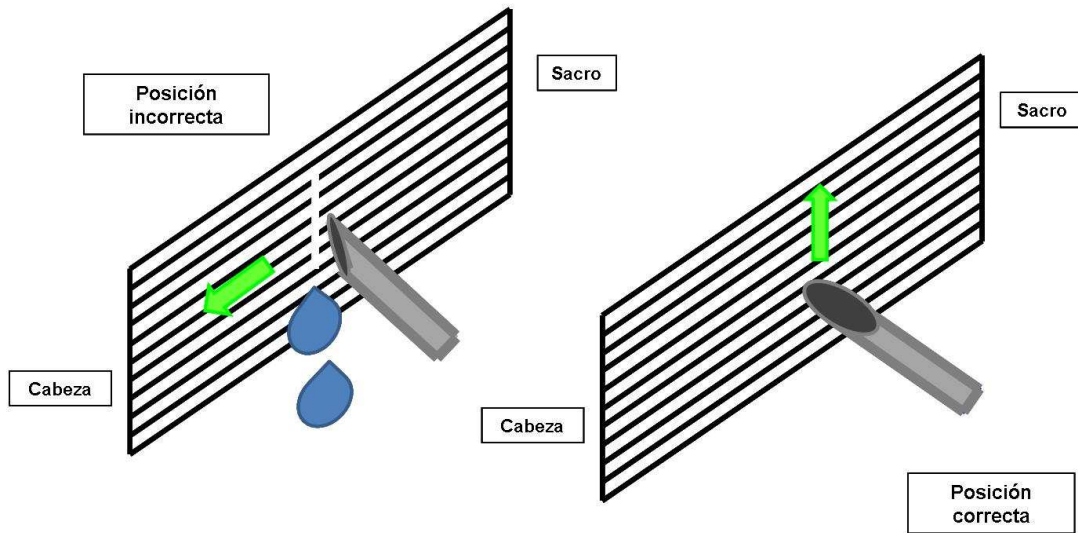
A pesar de las recomendaciones publicadas por la Academia Americana de Neurología<sup>23,123</sup> para evitar el desarrollo de CPP al realizar la PL, en la mayoría de los manuales de pediatría que contienen algún capítulo dedicado a explicar la técnica de la punción lumbar no se considera la orientación del bisel. En la práctica diaria, muchos pediatras realizan la PL y enseñan a realizarla a otros médicos o residentes sin dar importancia a la orientación del bisel como factor determinante para evitar la CPP.

Para conocer la situación actual al respecto de esta cuestión, antes de comenzar el presente trabajo se realizó un estudio transversal entre Noviembre de 2010 y Febrero de 2011 para investigar si los pediatras en España siguen las recomendaciones actuales de la Academia Americana de Neurología sobre la técnica de la PL<sup>124</sup>. Para ello se distribuyó un cuestionario escrito a pediatras titulados y residentes de pediatría y sus áreas específicas que trabajaban en nuestro país. Participaron en dicho estudio 206 médicos, 143 (69,5%) de los cuales eran pediatras titulados y 63 (30,5%) residentes de pediatría. Con respecto a la orientación del bisel se encontró que colocaban el bisel de la aguja según las recomendaciones actuales al hacer la PL 22 (36,1%) médicos residentes y 21 pediatras titulados (15,1%). La diferencia era estadísticamente significativa ( $p = 0,001$ ). Esto supone casi 4 de cada 5 pediatras, que son los médicos teóricamente mejor formados para realizar esta técnica en los niños, desconocen una medida tan sencilla como la colocación de bisel para evitar una complicación frecuente y limitante para el paciente. Sería lógico que los residentes desconocieran también las recomendaciones acerca de la orientación del bisel de la aguja durante la PL, dado que habitualmente son los pediatras titulados los que se hacen cargo de su formación. Sin embargo en este estudio encontramos que el doble de residentes con respecto a los pediatras conocía las recomendaciones, aunque 2 de cada 3 residentes las ignoraba. Es probable que los residentes sabían cuáles son las recomendaciones sobre la orientación del bisel adquirieran este conocimiento previamente a comenzar su formación como médico interno residente o la adquirieran en otro ámbito diferente. El estudio completo publicado en 2012 se adjunta en el Anexo III.

En este estudio se ha demostrado que existe relación entre la orientación del bisel de la aguja durante la PL y la aparición de CPP. Si se coloca el bisel de la aguja paralelo a las fibras de la duramadre (hacia un lado cuando el paciente está sentado y hacia arriba o abajo cuando el paciente está tumbado. Figuras 16 y 17) se reduce la incidencia de CPP con un RR de 0,42 y un NNT de 12. La tendencia a la significación de esta asociación es clara, y probablemente con un mayor tamaño muestral se habría mantenido sólida en el análisis multivariante, ya que se utilizó una cifra de prevalencia algo superior para el cálculo previo del tamaño muestral necesario a la encontrada finalmente.



**Figura 16.** Paciente colocado en sedestación. El bisel debe orientarse hacia un lado.



**Figura 17.** Paciente colocado en decúbito. El bisel debe orientarse hacia arriba o abajo.

### **Valoración de la cefalea en niños.**

En nuestro estudio, el objetivo era detectar y registrar la aparición de cefalea secundaria tras un procedimiento realizado en una fecha concreta, lo cual facilita enormemente la utilización de un diario por parte del paciente o de sus familiares. Al poder anticipar el posible momento de aparición de la cefalea, creemos que el uso del diario de síntomas en los pacientes de este trabajo favorecía la mayor exactitud a la hora de registrar datos como el tiempo transcurrido entre la PL y el inicio de la CPP o los síntomas asociados y la duración de los mismos.



## **Incidencia de cefalea post-punción tras una punción lumbar terapéutica en niños con enfermedades oncológicas.**

Los datos publicados sobre la incidencia de la CPP son muy variables en los distintos estudios, tanto en población adulta como en niños.

El riesgo de desarrollar CPP en los niños con enfermedades oncológicas a los que se les realiza una PL terapéutica ha sido estudiado en repetidas ocasiones<sup>59,125-129</sup>. Dos trabajos prospectivos realizados en una población muy similar a la nuestra<sup>125,127</sup> refieren una incidencia de CPP de 22% y 29,5% respectivamente. Estos valores están muy por encima del 9,4% encontrado en este estudio. En el primero de ellos se utiliza una aguja de mayor calibre a la que se usa en este trabajo (aguja tipo Quincke de calibre 20 G frente al calibre 22 G), lo cual puede explicar una mayor incidencia de CPP ya que el calibre de la aguja es uno de los factores que se asocia con mayor fuerza a su desarrollo. Además ambos estudios tienen un tamaño muestral bastante inferior al nuestro.

El trabajo de Burt et al.<sup>129</sup> recoge 128 PL terapéuticas realizadas en 66 niños con enfermedades hematológicas de los que el 9,1% padecieron CPP. Ramamoorthy et al.<sup>59</sup> encontraron que el 8% de sus pacientes tuvieron CPP tras la PL terapéutica. Estos datos son muy similares a los encontrados en este estudio.

### **Incidencia de cefalea post-punción en niños menores de 10 años de edad.**

La edad parece ser un factor relacionado con la aparición de la CPP y así se ha descrito en repetidas ocasiones. Algunos autores consideran que su aparición en pacientes menores de 10 años es casi inexistente<sup>58</sup>. Hay pocos estudios realizados en la población pediátrica y además la valoración del dolor en los niños es una dificultad asociada que podría dificultar la detección de la CPP en los mismos. Esto podría explicar el hecho de que no haya sido descrita en niños pequeños, más que la suposición de que los niños no tienen riesgo de padecerla.

En los trabajos de Wee et al.<sup>125</sup> y Bolder et al.<sup>127</sup> se encontraron casos muy aislados de CPP en el grupo de niños con edad inferior a 13 años, a pesar de que la mayoría de los procedimientos se realizaron en los pacientes de este grupo de edad. Estos estudios tienen como limitación importante que fueron realizados en muestras pequeñas. Otros autores no han encontrado diferencias en la incidencia de CPP según la edad<sup>59</sup>.

En nuestra serie, casi el 80% de los procedimientos (204 de 256) fueron realizados en niños menores de 10 años, en los que la incidencia de CPP resultó ser del 9,3%. En los 52 pacientes mayores de 10 años, la incidencia de CPP fue del 9,6%. El 75% de todos los pacientes que padecieron CPP eran menores de 10 años, incluyéndose casos de niños con 2 años de edad. Estos datos son muy diferentes a los encontrados en los trabajos previos y nos hacen pensar que la CPP es una entidad frecuente en los niños pequeños y por lo tanto no se puede subestimar en dicho grupo de pacientes.

## **Relación entre la aparición de cefalea post-punción y los antecedentes personales de cefalea post-punción.**

Se ha encontrado una clara asociación entre los antecedentes personales de CPP y la aparición de la misma después de una nueva PL. En nuestro trabajo el RR de CPP en pacientes que habían tenido ya un episodio previo fue de 4,57. Esta relación ya ha sido descrita previamente, tanto en PL diagnósticas como en PL terapéuticas realizadas en niños<sup>59</sup>.

El dolor en cualquier localización lleva asociado a la experiencia física desagradable una experiencia emocional más o menos intensa (y dicha intensidad no siempre se relaciona de forma directa con la intensidad de la experiencia física). Los niños tienen menor capacidad para afrontar esta situación y por lo tanto suelen mostrar reacciones importantes de ansiedad, miedo y anticipación ante la posibilidad de padecer dolor. Además, toda esta vivencia queda de alguna manera almacenada en la memoria y puede incluso distorsionarse con el paso del tiempo, de tal forma que en una nueva ocasión el miedo y la ansiedad aparecen de forma anticipada al dolor o incluso el paciente refiere un dolor de mayor intensidad después de un desencadenante de características similares al previo<sup>130,131</sup>.

Además, el hecho de que la CPP aparezca con mayor frecuencia en personas que ya la han padecido previamente, sugiere la posibilidad de que en la fisiopatología de la misma influyan factores constitucionales, además de los ya descritos hasta el momento.

## **Relación entre la aparición de cefalea post-punción y los antecedentes personales de cefalea.**

En un trabajo realizado por Clark et al.<sup>72</sup> en adultos se analizó si existía relación entre la incidencia de CPP tras una PL diagnóstica y la historia previa de cefaleas repetidas. Se encontró una incidencia 3 veces superior de CPP en el subgrupo de pacientes que padecían cefaleas de forma recurrente.

En nuestra muestra los pacientes que referían haber tenido episodios de migraña en el pasado tuvieron mayor incidencia de CPP con un RR de 4,56 (muy similar al de los pacientes con episodios previos de CPP). Sin embargo esta asociación no se mantuvo en el análisis de regresión logística. La frecuencia de antecedentes personales de migraña en nuestros pacientes fue muy baja. Tan solo 4 pacientes referían haber padecido migraña previamente. Sus edades eran de 5, 10, 15 y 15 años respectivamente. Hay que tener en cuenta que la mediana de edad en la muestra es de 7 años y que la migraña es una enfermedad que suele aparecer en niños de mayor edad. En una paciente con antecedentes de migraña se recogieron 3 punciones y sólo refirieron los antecedentes en 2 de ellos al ser llamados por teléfono para completar el cuestionario. Esta paciente tenía 10 años y sólo tuvo CPP tras una de las 3 punciones lumbares.

Aunque en este estudio no se ha encontrado asociación entre la presencia de cefalea en el momento de la PL y el riesgo de padecer CPP con el análisis univariante, se incluyó la presencia de cefalea en el análisis multivariante

debido a que esta asociación se ha descrito previamente en la literatura. Kuntz et al<sup>77</sup> describieron en su estudio que la CPP es más frecuente, de mayor intensidad en los primeros días y tiene una duración mayor en los pacientes que habían tenido algún episodio de cefalea en los 7 días previos a la PL. Al realizar en nuestra muestra el análisis junto con otros factores descritos en la literatura, hemos visto que parece haber una tendencia pero sin alcanzar la significación estadística. Esto se debe probablemente al tamaño muestral de este trabajo, y cabe esperar que con mayor cantidad de procedimientos se hubiera podido demostrar la asociación entre la presencia de cefalea y la incidencia de CPP.

### **Relación entre la aparición de cefalea post-punción y la postura del paciente durante la punción lumbar.**

Aunque para realizar una PL se puede colocar al paciente de dos formas (sentado o tumbado), en la práctica habitual es mucho más frecuente que el paciente esté tumbado. Además, cada vez es más habitual que cuando se hace una PL se aplique algún tipo de sedación al ser este un procedimiento invasivo mínimamente doloroso pero asociado a un alto nivel de ansiedad. Cuando el paciente está sedado, la PL se realiza con el paciente en decúbito. Algunos estudios han analizado si existe mayor tasa de éxito en la PL según la postura del paciente. En uno de ellos no se encontraron diferencias entre la postura y el éxito del procedimiento<sup>132</sup> aunque la mayoría de estos trabajos se realizan en pacientes adultos que son sometidos a anestesia espinal, y por lo

tanto el paciente debe colocarse en decúbito tras la administración del agente anestésico para favorecer la distribución del mismo en el espacio espinal.

Ramamoorthy et al.<sup>59</sup> consideraron la posible asociación de la postura con la CPP, pero no encontraron diferencias entre ambos grupos. En este estudio tampoco se ha encontrado asociación entre la posición del paciente y la aparición de CPP. Sí existieron diferencias en la postura del paciente entre los grupos de la muestra según la orientación del bisel, ya que en el grupo con el bisel perpendicular hubo más pacientes colocados en sedestación (11,6% frente a 3,9%) pero en el análisis tanto univariante como multivariante no apareció asociación entre la cefalea y la postura.

### **Relación entre la aparición de cefalea post-punción y las características antropométricas.**

En el estudio de Kuntz et al.<sup>77</sup> se encontró que el IMC era significativamente menor en pacientes adultos que padecieron CPP tras una PL diagnóstica. Los autores concluyeron que las personas con menor peso tienen más riesgo de padecer CPP. En su estudio también encontraron una mayor incidencia de CPP en las mujeres, lo cual puede estar relacionado con el menor IMC de los casos de CPP.

En el trabajo de Thomas et al.<sup>82</sup> se comparó el uso de agujas traumáticas y atraumáticas para realizar la PL diagnóstica en adultos. Las características de

ambos grupos no fueron homogéneas ya que los pacientes en los que se utilizaron agujas traumáticas tenían un mayor IMC. Se vió que en los pacientes con IMC superior a 25 fueron necesarios mayor número de intentos hasta realizar la PL con éxito. Con respecto a la incidencia de CPP, aunque no se encontraron diferencias significativas, sí observaron que los intervalos de confianza para la disminución del RR de CPP en los pacientes en los que se utilizaron agujas atraumáticas eran más amplios y perdían en ocasiones la significación en los pacientes con menor IMC.

En esta serie no se ha podido encontrar relación entre el peso, la talla o el IMC y la incidencia de CPP. En el análisis univariante parecía haber cierta tendencia a padecer CPP en los pacientes con menor peso y menor IMC, lo cual concuerda con los resultados de los estudios comentados previamente. Esta asociación desapareció al realizar la regresión multivariante. Es probable que una mayor potencia estadística nos hubiera permitido encontrar asociación entre un IMC bajo y la incidencia de CPP.

### **Relación entre la aparición de cefalea post-punción y el volumen de líquido cefalorraquídeo extraído.**

La hipótesis más firme sobre la fisiopatología de la CPP es la pérdida mantenida de LCR tras la punción del saco dural, y algunos trabajos han servido para aceptar universalmente tal planteamiento. Grant et al.<sup>80</sup> midieron por resonancia magnética el volumen de LCR de los pacientes antes y 24

horas después de realizarles una PL diagnóstica. Se observó que existía una gran variabilidad en los cambios de volumen del LCR en los distintos pacientes. Caso todos los pacientes presentaron una disminución del volumen total de LCR a las 24 horas de la P que fue mayor en los pacientes que desarrollaron CPP aunque estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. El trabajo Kunkle et al.<sup>111</sup> relaciona los cambios en la PIC con la aparición de la CPP.

El número de tubos de LCR extraídos no ha resultado ser un factor asociado al desarrollo de CPP en los pacientes de este estudio. El cambio en el volumen de muestra extraído debido a la modificación del protocolo diagnóstico en los pacientes no ha actuado como factor de confusión en el análisis de los resultados, debido a que se ha distribuido uniformemente entre los dos grupos de la muestra en función de la orientación del bisel. En este estudio se ha considerado el número de tubos de LCR extraídos como un indicador del volumen de LCR, suponiendo cierto que todos los tubos contenían alrededor de 2 ml de LCR, aunque es posible que hubiera variabilidad en el volumen de LCR contenido en cada tubo.

En otros estudios en los que se realizaron PL diagnósticas se incluyó el volumen de LCR como un posible factor asociado al desarrollo de CPP pero no han demostrado esta relación<sup>59,133</sup>. En nuestra opinión, este hecho no indica que no exista relación entre el volumen de LCR extraído y el riesgo de padecer CPP sino que probablemente la diferencia de volumen extraído entre unos y otros pacientes sea tan pequeña que no implique un riesgo real. Esto es más probable aún en pacientes a los que se les realiza una PL terapéutica, ya que



tras la extracción del LCR se administra un volumen de quimioterapia que compensa la pérdida de LCR.

### **Otros factores relacionados con la aparición de cefalea post-punción.**

En este estudio se ha querido incluir una serie de circunstancias que han sido relacionadas previamente en otros trabajos con la aparición de la CPP, con el fin de considerarlas como posibles factores de confusión y de esta manera dar mayor validez al estudio. Sin embargo el diseño original del trabajo no permite sacar conclusiones acerca de la relación entre estos factores y la CPP.

No se ha encontrado relación entre la experiencia del médico que realiza la PL y el riesgo de padecer CPP. En otro estudio<sup>59</sup> que tuvo en cuenta la experiencia del médico tampoco se observaron diferencias. En este estudio tampoco se ha visto que la experiencia del médico se relacione con un mayor número de pinchazos para realizar con éxito la PL. La mayoría de las punciones se realizaron con un único pinchazo y muy pocas necesitaron más de 3, aunque en 4 ocasiones fueron necesarios 5 intentos hasta conseguir realizar la PL, en todos ellos la muestra fue recogida finalmente por un médico adjunto.

El número de pinchazos en la duramadre sí se ha relacionado previamente con el riesgo de CPP, sobre todo en estudios llevados a cabo durante la anestesia espinal<sup>83</sup>. Teniendo en cuenta la hipótesis principal que explica la fisiopatología de la CPP como una pérdida excesiva de LCR, parece razonable que la existencia de más orificios en la duramadre como consecuencia de repetidos

intentos de acceder al espacio subaracnoideo lleve asociado un riesgo mayor de CPP. Sin embargo, en muchas ocasiones, el intento fallido de realizar una PL se debe a la imposibilidad de acceder a dicho espacio, lo cual supondría que la aguja no ha llegado a atravesar la duramadre. En esta situación, los intentos fallidos lesionan la piel y los ligamentos de la columna vertebral pero no ocasionarían una mayor pérdida de LCR.

# **LIMITACIONES**

Este trabajo tiene las siguientes limitaciones:

- El tamaño muestral es menor de lo que sería deseable para poder encontrar diferencias en la incidencia de CPP según la orientación del bisel de la aguja durante la PL terapéutica en niños con enfermedades oncológicas. Los hallazgos del estudio sugieren que con mayor cantidad de procedimientos recogidos se habrían podido sacar conclusiones más sólidas.
- La cantidad de médicos diferentes que realizaron las PL durante los 5 años del estudio (calculamos que entre 15 y 20 médicos distintos por la rotación de los residentes) puede haber determinado una menor homogeneidad en la técnica de la PL utilizada. Esto habría sucedido a pesar de haber fijado al inicio del estudio las variables del procedimiento que se mantendrían sin cambios, y de dejarlas por escrito en las instrucciones que el médico que realizaba la punción recibía para cada paciente.
- No se ha recogido la incidencia de otras complicaciones asociadas a la PL o a la administración de quimioterapia intratecal que pudieran haber planteado dudas sobre el diagnóstico de CPP.

- El trabajo incluye solo pacientes a los que se les realiza una PL terapéutica. Sin embargo en los niños es mucho más habitual la realización de la PL diagnóstica, en la que sabemos que la incidencia de CPP es superior. Sería necesario realizar un estudio en esta población para poder conocer el papel de la orientación del bisel de la aguja en la aparición de la CPP.

## **CONCLUSIONES**

- En los niños, la colocación el bisel de la aguja de forma paralela a las fibras de la duramadre durante la PL (hacia un lado si el paciente está sentado y hacia arriba o hacia abajo si está tumbado) disminuye el riesgo de padecer CPP, con un RR de 0,42 y un NNT de 12. Esta diferencia es tanto estadísticamente como clínicamente significativa.
- La incidencia de CPP en niños con enfermedades oncológicas a los que se les realiza una PL terapéutica, con una aguja de tipo traumático de 22 G, es del 9,4%.
- Los niños menores de 10 años también tienen riesgo de padecer CPP.
- Los niños que han tenido episodios previos de CPP tienen mayor riesgo de volver a desarrollarla.
- Los niños que tienen cefalea en el momento de la PL tienen mayor riesgo de desarrollar CPP tras la punción.
- En los niños el género no determina diferente riesgo de padecer CPP.
- En los niños, el peso, la talla y el IMC no modifican el riesgo de padecer CPP.
- En la mayoría de los niños la CPP aparece en las primeras 48 horas tras la PL.

## **ANEXOS**

# GRUPO

## INSTRUCCIONES

- Técnica de la punción lumbar (homogénea a todos los pacientes del estudio)
  - Aguja tipo Quincke (traumática) 22 G con fiador
  - La postura la elige el médico que hace la punción
  - Inclinación de 30° en dirección al ombligo
  - Siempre se reintroducirá el fiador antes de extraer la aguja (excepto en los pacientes a los que se les administre quimioterapia intratecal)
  
- **Grupo A:** bisel paralelo
  - Sentado : bisel hacia un lado
  - Decúbito: bisel hacia arriba
  
- **Grupo B:** bisel perpendicular
  - Sentado: bisel hacia arriba
  - Decúbito: bisel hacia un lado

ESTUDIO CEFALEA POST-PUNCIÓN



Fecha:

Médico:

Diagnóstico:

Peso (Kg):

Motivo de realización de la punción lumbar: \_\_\_\_\_

¿Hay cefalea en el momento de la punción?:

si

no

Quimioterapia recibida en la semana de la PL: \_\_\_\_\_

Diagnóstica: si no

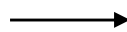
HIC: si no

Terapéutica: si no

Reinserción del fiador: si no

Postura del paciente: sentado tumbado

Sedación: si no



EMLA	<input type="checkbox"/>
Óxido nitroso	<input type="checkbox"/>
Midazolam	<input type="checkbox"/>
Profofol + fentanilo	<input type="checkbox"/>

Residente: número de intentos

Adjunto: número de intentos

Nº de tubos



## SEGUIMIENTO DE PACIENTES TRAS PUNCION LUMBAR

Fecha:

AP migraña: si no

AP CPP: si no

Talla (cm): \_\_\_\_\_

Aparición de cefalea con características de CPP: si no

- Día de aparición: fecha \_\_\_\_\_
- Días de duración de la cefalea:
- ¿Se acompañó de otra sintomatología? : si no
  - Vómitos ( $n^{\circ} > 3$ )
  - Rigidez de nuca
  - Diplopía
- ¿Necesitó tratamiento con analgésicos?: si no \_\_\_\_\_
- ¿Necesitó reposo en cama?: si no \_\_\_\_\_
- ¿Faltó al colegio por estos síntomas?: si no
- ¿Tuvo que consultar a un médico a causa de los síntomas?: si no
- ¿Ingresó en el hospital a causa de los síntomas?: si no

### DATOS CLÍNICOS

Resultado de la PL

- N<sup>o</sup> de leucocitos/mm<sup>3</sup>: \_\_\_\_\_
- N<sup>o</sup> hematíes/mm<sup>3</sup>: \_\_\_\_\_

**Anexo II. Diario utilizado por los pacientes y/o sus familiares para registrar la CPP.**

**REGISTRO DE SÍNTOMAS DE CEFALEA TRAS UNA PUNCIÓN LUMBAR**

Por favor, registre en la siguiente tabla los síntomas que ha padecido su hijo marcando con una "X". Contactaremos con usted por teléfono pasados al menos 10 días desde de la punción para preguntarle por dichos síntomas.

**Día de la punción lumbar:**        /                        /

La cefalea post-punción tiene una intensidad moderada-grave, que empeora con los cambios posturales (peor al estar de pie o sentado, mejora tumbado). A veces se asociada a molestias producidas por la luz, náuseas, vómitos, visión borrosa o rigidez del cuello. Los dolores de cabeza leves (que desaparecen sin medicación) no son cefalea post-punción

Día tras la punción	¿Dolor de cabeza?	¿Vómitos? (poner número)	¿Necesita medicamentos?	¿Reposo en cama?	¿Ausencia escolar?
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

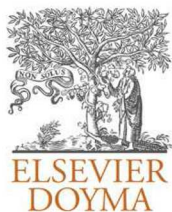
Si su hijo ha tenido otros síntomas, apúntelos aquí:

---

Muchas gracias por colaborar.

Estudio "Asociación de cefalea post-punción con la orientación del bisel de la aguja durante la punción lumbar en niños".

**Anexo III: Artículo original.** *Storch De Gracia Calvo P, De La Torre Espí M, Martin Diaz MJ, Garcia Ruiz S, Dominguez Ortega G, Novoa Carballal R. Do paediatricians perform lumbar puncture correctly? Review of recommendations and analysis the technique in Spain. Anales de pediatria (Barcelona, Spain : 2003) 2012;77:115-23.*



ORIGINAL

## ¿Se realiza correctamente la punción lumbar en pediatría? Revisión de las recomendaciones actuales y análisis de la realidad

P. Storch De Gracia Calvo\*, M. De La Torre Espí, M.J. Martín Díaz, S. García Ruiz,  
G. Domínguez Ortega y R. Novoa Carballal

Servicio de Urgencias, Hospital Infantil Universitario Niño Jesús, Madrid, España

Recibido el 13 de septiembre de 2011; aceptado el 20 de enero de 2012

Disponible en Internet el 8 de marzo de 2012

### PALABRAS CLAVE

Punción lumbar;  
Cefalea pospunción;  
Quincke;  
Bisel;  
Sadación;  
Analgesia

### Resumen

**Introducción:** La punción lumbar (PL) es una técnica ampliamente utilizada en pediatría. La realización adecuada de la técnica puede evitar la mayoría de las complicaciones asociadas.

**Objetivo:** Evaluar si en España los pediatras y los residentes de pediatría siguen las recomendaciones de la técnica de la PL.

**Material y métodos:** Estudio transversal basado en un cuestionario escrito distribuido por correo electrónico a través de la Sociedad Española de Urgencias Pediátricas, que recogía datos epidemiológicos y preguntas de respuesta múltiple sobre la realización de la PL.

**Resultados:** Se analizaron 206 cuestionarios, 143 (69,5%) respondidos por pediatras y 63 (30,5%) por residentes de pediatría. Hacen la PL sin los padres presentes 128 médicos (62,1%), aplican sedoanalgesia 198 (96,1%); 84 (42%) sólo analgesia local. Colocan al paciente sentado 108 (53,7%). La mayoría utiliza aguja tipo Quincke (126; 62,7%), orienta bien el trocar al hacer la punción 22 (36,1%) residentes y 21 pediatras (15,1%), diferencia estadísticamente significativa ( $p=0,001$ ). En los neonatos, 63 (46%) pediatras y 19 (30,2%) residentes usan aguja sin fiador tipo «palomilla», diferencia también significativa ( $p=0,035$ ). Reintroducen el estilete para redirigir el trocar 190 (92,2%) encuestados y para extraerlo 186 (93%). Recomiendan reposo tras la PL 195 (94,7%) médicos.

**Conclusiones:** La mayoría de los pediatras orientan mal el trocar cuando hacen una PL y siguen utilizando aguja tipo «palomilla» en los neonatos a pesar de que está desaconsejado. Los residentes de pediatría y los pediatras con menor experiencia siguen las recomendaciones con mayor frecuencia.

© 2011 Asociación Española de Pediatría. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: pstorchdegracia.hnjs@salud.madrid.org (P. Storch De Gracia Calvo).

**KEYWORDS**

Lumbar puncture;  
Post-dural puncture  
headache;  
Quincke;  
Bevel;  
Sedation;  
Analgesia

**Do paediatricians perform lumbar puncture correctly? Review of recommendations and analysis the technique in Spain****Abstract**

*Introduction:* Lumbar puncture (LP) is a commonly performed procedure in paediatrics. Performing this technique properly can avoid the most common associated complications.

*Objective:* To assess whether paediatricians and paediatric residents in Spain follow current recommendations for the LP technique.

*Material and methods:* A cross-sectional study was conducted by sending a questionnaire by mail through the Spanish Society of Paediatric Emergencies, collecting demographic information and responses to multiple choice questions about LP technique.

*Results:* A total of 206 questionnaires were analysed, of which 143 (69.5%) were answered by paediatricians, and 63 (30.5%) by paediatric residents. The majority (128; 62.1%) of physicians did not allow parents to be present during LP, 198 (96.1%) routinely use analgesia and sedation; 84 (42%) only used local anaesthesia. The majority of respondents used standard Quincke needles (126; 62.7%). The bevel was correctly positioned when puncturing the dura mater by 22 residents (36.1%) and 21 paediatricians (15.1%), a variation that was statistically significant ( $P=.001$ ). For neonatal lumbar punctures, 63 paediatricians (46%) and 19 paediatric residents used a butterfly needle which did not contain a stylet, and this difference was also statistically significant ( $P=.035$ ). Of those surveyed, 190 (92.2%) re-inserted the stylet when re-orientating the needle, and 186 (93%) re-oriented this when removing it. The recommendation of bed rest was made by 195 (94.7%) physicians.

*Conclusions:* The majority of paediatricians orient the bevel wrongly when inserting the needle during LP, and still use "butterfly" needles in newborns, despite warnings to the contrary. Paediatric residents and less experienced paediatricians follow the recommendations more frequently.

© 2011 Asociación Española de Pediatría. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

**Introducción**

La punción lumbar (PL) es una técnica mediante la cual se accede al espacio subaracnoideo espinal a nivel de la cisterna lumbar utilizando una aguja. En la mayoría de las ocasiones, la PL se realiza para extraer una muestra de líquido cefalorraquídeo (LCR) con fines diagnósticos, siendo de gran utilidad en enfermedades del sistema nervioso central (meningitis, encefalitis, enfermedad de Guillain-Barré, enfermedades desmielinizantes, infiltración leucémica, hemorragia subaracnoidea, etc...)<sup>1</sup>, aunque también se utiliza para la administración de medicación intratecal, fundamentalmente en el tratamiento de enfermedades oncológicas con infiltración del sistema nervioso central.

Esta técnica fue descrita por primera vez en 1891 por Quincke y se utiliza con gran frecuencia en pediatría. Las contraindicaciones de este procedimiento son escasas: hipertensión intracraneal, infección local del punto de punción, trombopenia e inestabilidad hemodinámica.

La PL es un procedimiento invasivo no exento de complicaciones, algunas de ellas en relación con una mala técnica. Las más frecuentes son el dolor de espalda en el lugar de la punción y la cefalea pospunción (CPP). Son más raros el dolor neurálgico de un miembro inferior durante el procedimiento, la hemorragia epidural, subdural o subaracnoidea, la herniación cerebral (cuando se realiza una PL en un paciente con hipertensión intracraneal), los tumores raquídeos epidermoides (debidos al uso de agujas sin fiador), los abscesos retroperitoneales (por goteo de LCR infectado) o

la hipoxia en recién nacidos (por obstrucción de la vía aérea al mantener la posición de flexión cervical)<sup>2-5</sup>.

Este es un estudio transversal que se ha realizado con el objetivo de revisar si los pediatras españoles realizan la PL de forma correcta y siguiendo las recomendaciones actuales.

**Material y métodos**

Se diseñó un cuestionario anónimo escrito con 20 preguntas (anexo 1). Las 6 primeras eran abiertas y recogían datos epidemiológicos (edad y centro de trabajo) y relativos a la experiencia profesional (categoría profesional, años de experiencia, número aproximado de punciones realizadas y la experiencia de la persona que les enseñó a realizar la PL). Las 14 preguntas restantes eran de opción múltiple y hacían referencia a los puntos fundamentales de la técnica (la sedoanalgesia utilizada, la posición del paciente, el tipo de aguja, la orientación del bisel, el espacio intervertebral de entrada y la reintroducción del fiador antes de retirar la aguja) y la recomendación de reposo tras el procedimiento. El cuestionario se distribuyó desde diciembre de 2010 hasta febrero de 2011 entre pediatras y residentes de pediatría (que trabajan en diferentes subespecialidades pediátricas en España) por correo electrónico a través de la Sociedad Española de Urgencias Pediátricas. Para la evaluación de la técnica se han tenido en cuenta las recomendaciones de la Academia Americana de Neurología<sup>6</sup> y las publicadas recientemente en la literatura<sup>1,7,8</sup> (tabla 1). Se

**Tabla 1** Recomendaciones de la técnica de punción lumbar

## Técnica de la punción lumbar

<b>Preparación-control de la ansiedad</b>	<b>Sedación no farmacológica:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ambiente tranquilo.</li> <li>- Padre o madre presente.</li> <li>- Si el niño tiene edad para comprender, se le debe explicar el objetivo y el desarrollo de la prueba.</li> </ul> <b>Sedación farmacológica:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Pacientes colaboradores</b> (mayores de 4-6 años): óxido nitroso al 50% con oxígeno inhalado</li> <li>- <b>Pacientes no colaboradores:</b> midazolam (oral, intranasal o intravenoso) o ketamina (intramuscular o intravenosa)<sup>8,38</sup></li> </ul>
<b>Control del dolor (anestesia local)</b>	- Crema de lidocaína al 2,5% asociada a prilocaína al 2,5%.
<b>Posición</b>	- Cloruro de etilo
<b>Asepsia</b>	En decúbito lateral o sedestación
	Se aplica un antiséptico en la parte inferior de la espalda, con un movimiento circular desde el centro hacia la periferia, incluyendo ambos flancos, el inicio de los glúteos y ambas crestas ilíacas
	Se debe establecer un campo estéril
<b>Tipo de aguja</b>	<b>Agujas de tipo Quincke (traumáticas):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El orificio es distal con un bisel afilado</li> <li>- Son las más utilizadas en nuestro medio</li> </ul> <b>Agujas de tipo Whitacre y tipo Sprotte (atraumáticas):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El orificio está en un lateral de la aguja</li> <li>- La punta es roma, sin filo</li> <li>- Asocian menor incidencia de CPP<sup>16</sup></li> </ul>
<b>Tamaño de la aguja</b>	Se ha de utilizar la aguja de menor tamaño que permita extraer la muestra de LCR de forma adecuada (22 G)
<b>Punto de entrada</b>	Se ha de buscar el punto de entrada palpando el espacio interespinoso que queda por debajo de la línea que une las dos crestas ilíacas, que se correspondería con el cuerpo vertebral L4 o el espacio intervertebral L4-L5. Se debe puncionar en el primer o segundo espacio intervertebral inmediatamente inferior a esta línea, que correspondería con los espacios L4-L5 o L5-S1, ambos inferiores a la terminación de la médula espinal en el niño (en el nivel L3 aproximadamente) <sup>39</sup>
<b>Introducción de la aguja</b>	<b>Orientación del bisel de la aguja con las agujas tipo Quincke:</b> paralelo a las fibras longitudinales de la duramadre, para evitar el desarrollo de CPP <sup>7,31,33,35</sup> : <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Paciente sentado:</b> bisel hacia un lado (fig. 3)</li> <li>- <b>Paciente en decúbito lateral:</b> bisel hacia arriba o hacia abajo (fig. 4)</li> </ul> Se ha de insertar la aguja con una inclinación aproximada de 15° en dirección al ombligo
	<b>Ruidos o sensaciones percibidas con el avance de la aguja:</b> se corresponden con la perforación de distintas estructuras. La más constante aparece al atravesar el ligamento amarillo (que une las láminas vertebrales). Coincide con una disminución de la resistencia al avance de la aguja. En ese momento se retira el fiador para comprobar si hay flujo de LCR a su través
<b>Recogida de muestras</b>	La muestra debe ser recogida directamente en un tubo estéril. Nunca se debe aspirar
<b>Retirada de la aguja</b>	Al terminar, se debe reinsertar el fiador siempre antes de retirar la aguja

CPP: cefalea postpunción; G: gauges; LCR: líquido cefalorraquídeo.

realizaron comparaciones en cuanto a la técnica realizada según la experiencia del médico (formando grupos de residentes frente a pediatras titulados y según el número de PL realizadas hasta el momento) usando el test de la chi al cuadrado, considerando significación estadística una  $p < 0,05$ . Los datos se analizaron con el programa SPSS versión 15.0.

## Resultados

Cumplimentaron el cuestionario 206 médicos pertenecientes a 55 hospitales de 15 comunidades autónomas españolas

(fig. 1), de los cuales 143 (69,5%) eran pediatras titulados y 63 (30,5%) residentes de pediatría y sus áreas específicas. No participaron en el estudio médicos de otras especialidades. La media de edad de los participantes fue de 35 años (rango 25-63 años). El 9% de los médicos (19) afirmó haber realizado hasta la fecha aproximadamente menos de 10 PL y el 21% (43) menos de 20.

El 81% de los encuestados (168) refirió que fue un pediatra especialista el que le enseñó cómo hacer la técnica. Afirmaron que utilizaban algún método de sedoanalgesia 198 (96%): 84 (42%) solamente un anestésico local, 108 (52%) añadían

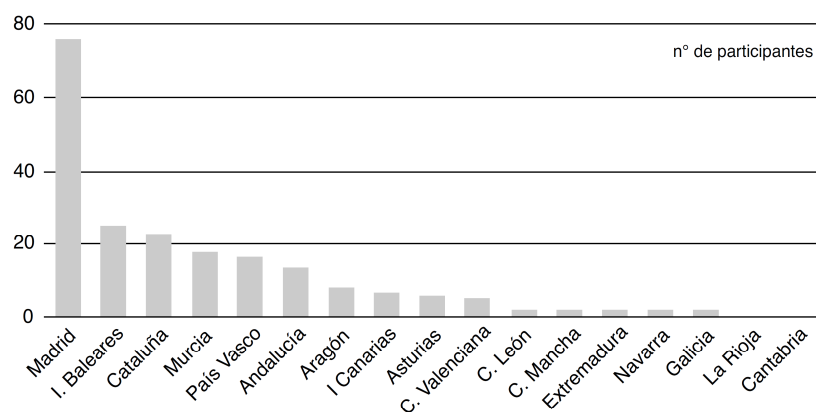


Figura 1 Número de participantes según las diferentes comunidades autónomas de España.

además un fármaco sedante y casi el 3% (6) refirió utilizar ketamina. El 62% (128) no permitía la presencia de los padres durante el procedimiento.

Aproximadamente la mitad de los encuestados (108) prefería colocar al paciente en sedestación para realizar la PL. Del resto, 32 elegían la posición de decúbito lateral (15,5%), 28 no tenían preferencias (13,6%) y 33 decidían la posición dependiendo de la edad del paciente (16%).

Se estudió por separado el tipo de aguja utilizada en niños y en neonatos (fig. 2). En los primeros, el 62% de los médicos (126) refería utilizar agujas de tipo Quincke; 67 (32,5%) desconocían el tipo de aguja con la que trabajaban. En los neonatos, la aguja que se usaba con mayor frecuencia (40%; 82) era la aguja sin fiador tipo «palomilla»; el 37% (76) utilizaba la aguja tipo Quincke y casi el 20% (40) también desconocía qué aguja utilizaba. Los residentes utilizaban aguja tipo palomilla en los recién nacidos con menos frecuencia que los pediatras especializados, con una diferencia estadísticamente significativa (30% frente al 46%;  $p=0,035$ ). Con respecto al calibre, 109 utilizaban agujas de 22G (53%) y 47 (24%) no sabían el calibre de la aguja que manejaban. El cuestionario incluye una pregunta sobre el espacio intervertebral de entrada, sin especificar la referencia anatómica para localizar el punto de punción. Casi el 80% (153) responde la opción correcta y afirma que realiza

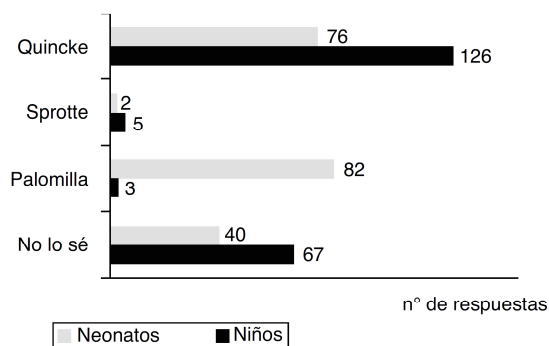


Figura 2 Tipo de aguja utilizada en niños y en neonatos.

la punción a nivel de L4-L5 o L3-L4; sin embargo, el resto considera que entra a uno o 2 niveles espinales superiores.

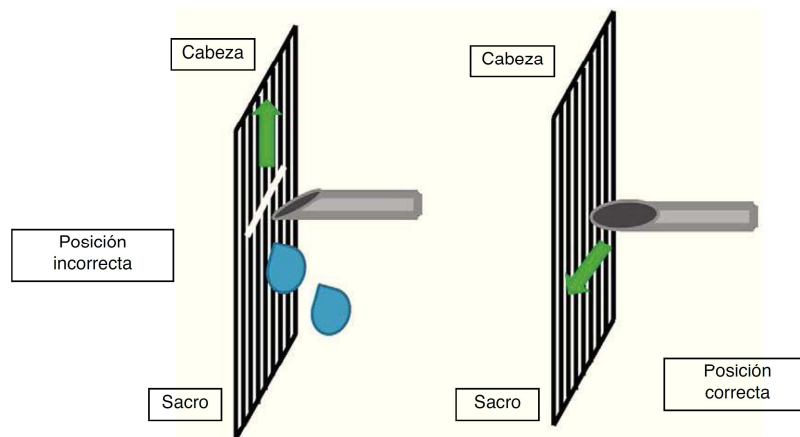
Con el paciente en sedestación, 153 de los encuestados (74%) orientan el bisel de la aguja de forma inadecuada y solo el 23% (47) lo orienta paralelo a las fibras longitudinales de la duramadre. Cuando el paciente está en decúbito lateral, 127 (61,4%) de los médicos orientan el bisel de la aguja de forma inadecuada y el 38,6% de ellos (70) lo orienta paralelo a las fibras longitudinales de la duramadre. De forma global, solo 43 (21%) médicos orientan bien la aguja cuando realizan una PL. Tanto en una posición como en la otra, el 97% de los que lo colocan mal falla porque lo orienta hacia la cabeza del paciente, sin considerar la dirección de las fibras durales. Un mayor número de residentes (22/63, 36%) que de especialistas en pediatría (21/143, 15%) orienta el bisel de forma correcta con una diferencia estadísticamente significativa ( $p=0,001$ ). La gran mayoría (190, 93%) de los médicos reinserta el trocar de la aguja tanto para redirigirla como para retirarla.

Con el fin de valorar si la experiencia influye en la calidad de la técnica, se compararon los residentes con los pediatras especialistas y, por otro lado, aquellos que habían realizado menor número de punciones (estableciendo 2 puntos de corte diferentes, en 10 y en 20 punciones) con los que lo habían hecho en mayor número de ocasiones. Los médicos con menor experiencia (tanto el subgrupo de residentes como aquellos que habían realizado menos de 10 PL) orientaban el bisel de forma correcta con mayor frecuencia ( $p=0,001$  y  $p=0,01$ , respectivamente) y estos mismos subgrupos utilizaban agujas tipo palomilla en los recién nacidos con menor frecuencia.

Recomendaban hacer reposo tras el procedimiento 196 (95%), casi la mitad de ellos (49%) durante menos de 4 horas, y hasta el 2% durante 24 horas.

## Discusión

La PL es una técnica invasiva que provoca dolor y ansiedad al paciente. En los últimos años, la difusión del uso de sedoanalgesia para procedimientos dolorosos o estresantes ha modificado la realización de la PL en los niños. Para controlar el dolor, la gran mayoría de los médicos encuestados

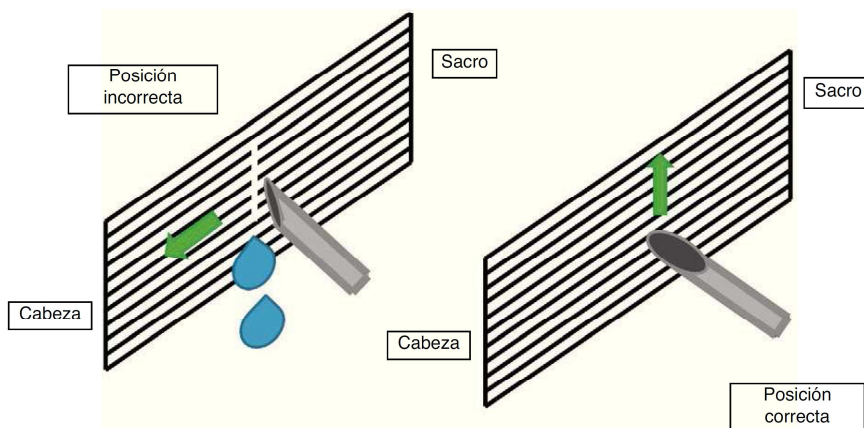


**Figura 3** Orientación del bisel con el paciente sentado. Las líneas negras representan las fibras longitudinales de la duramadre. La flecha indica la dirección del bisel. A la izquierda, el bisel está orientado perpendicular a las fibras y las corta. A la derecha, está orientado paralelo a las fibras y las separa.

utiliza analgesia (anestesia tópica). Sin embargo, todavía son pocos los que aplican medidas para el control de la ansiedad, como se ha descrito también en otros trabajos<sup>9,10</sup>. El control de la ansiedad se consigue con métodos no farmacológicos y farmacológicos. Los primeros incluyen tranquilizar al paciente, hablar con él (si tiene edad para comprender, se le debe explicar el objetivo y el desarrollo de la prueba), permitir la presencia de los padres durante el procedimiento o el uso de suero glucosado por vía oral en menores de 2 meses. La presencia de los padres, como medida de sedación no farmacológica, continúa siendo un tema controvertido entre los pediatras, como se demuestra en este trabajo; son pocos los que permiten la presencia de los padres, tal como sería deseable<sup>11,12</sup>.

La CPP es la complicación más frecuente de la PL; aparece entre el 30 y el 60% de los pacientes según las series. Es un dolor de intensidad moderada, de localización habitualmente occipital, que se puede irradiar al cuello, la región frontal y la retrorbitaria. Se puede asociar a síntomas vegetativos (náuseas, vómitos...), rigidez de nuca, fotofobia,

visión borrosa o incluso síntomas vestibulares, tinnitus e hipo o hiperacusia<sup>13-15</sup>. Aparece normalmente a las 24-48 horas de la punción, pero puede iniciarse hasta varias semanas después de la misma. Su etiopatogenia aún no ha sido aclarada, pero es sabido que se relaciona con la pérdida de LCR por goteo desde el orificio producido en la duramadre, lo cual provoca una disminución de la presión intracraneal. Se piensa que la disminución de la presión provoca tracción de las venas cerebrales, que tienen inervación visceral y, por lo tanto, se desencadena el dolor. En cuanto a los factores que se han asociado con el desarrollo de CCP, los principales son el tipo y el tamaño de la aguja (aguja traumática y mayores a 22 G), la orientación del bisel de la aguja perpendicular a las fibras longitudinales de la duramadre, la retirada de la aguja sin reintroducción del fiador, el número de punciones, los antecedentes personales de CCP, migraña o cefaleas<sup>7,16-20</sup>. El tratamiento habitual es analgesia y reposo. En adultos con CPP de intensidad importante y muy sintomática, se realiza en ocasiones tratamiento con un parche de duramadre. Con respecto a la prevención, el reposo



**Figura 4** Orientación del bisel con el paciente tumbado. Las líneas negras representan las fibras longitudinales de la duramadre. La flecha indica la dirección del bisel. A la izquierda, el bisel está orientado perpendicular a las fibras y las corta. A la derecha, está orientado paralelo a las fibras y las separa.



no ha demostrado disminuir la incidencia de CPP, pero sí parece repercutir en la intensidad del mismo. La ingesta abundante de líquidos tiene ningún papel en la prevención de la CPP<sup>21</sup>.

Existen diferentes tipos de agujas para realizar la PL. Según el diseño se distinguen las agujas denominadas «traumáticas» (tipo Quincke), que son las más utilizadas en nuestro medio, en las que el orificio es distal y hay un bisel con filo, y las agujas «atraumáticas» (de tipo Whitacre y de tipo Sprotte), que tienen el orificio en un lateral y la punta algo roma y sin filo. El uso de agujas atraumáticas sigue siendo anecdótico en nuestro medio, a pesar de que se relaciona claramente con una menor incidencia de CPP<sup>17,22-24</sup>. La explicación a este fenómeno es que el orificio que produce en la duramadre una aguja atraumática es menor que el que produce una aguja traumática, por lo que la pérdida de LCR posterior a la retirada de la aguja (que es el mecanismo sugerido de producción de la CPP) es mucho menor<sup>18,25,26</sup>. Sin embargo, con el uso de agujas atraumáticas es más frecuente el aumento del número de punciones fallidas, ya que la técnica es más compleja, y además el tiempo de extracción de la muestra es mayor, por lo que se ha sugerido que su uso se reserve para técnicas anestésicas y no para la punción lumbar diagnóstica<sup>14</sup>.

El tamaño de la aguja mantiene una relación directamente proporcional con la incidencia de CPP, como consecuencia del tamaño del orificio que abre en la duramadre<sup>1,25,27</sup>. Sin embargo, el uso de agujas de tamaño pequeño se asocia también a mayor número de punciones fallidas. Con agujas de tamaño menor a 22 gauges (G), se tardan 6 minutos en extraer una muestra de 2 ml de LCR<sup>14</sup>, por lo que actualmente, la Academia Americana de Neurología recomienda el uso de agujas atraumáticas de 22 G para la realización de la PL<sup>28</sup>.

El uso de agujas sin fiador (p. ej., las agujas de tipo «palomilla») se relaciona con el desarrollo de CPP<sup>18</sup> y también, aunque con mucha menor frecuencia, con el desarrollo de tumores espinales derivados de células epidérmicas<sup>3,29</sup>. A pesar de que está contraindicado el uso de este tipo de agujas para hacer PL, vemos que es una práctica sorprendentemente extendida para los neonatos, ya reflejada por otros estudios<sup>23</sup>. El menor tamaño de estas agujas las hace más manejables, sobre todo en pacientes de pequeño tamaño, en los que el número de punciones fallidas es alto. Sin embargo, teniendo en cuenta las complicaciones asociadas, esto no debe justificarse su uso.

Llama la atención que una medida tan sencilla como la orientación del bisel, que tiene un gran valor (con un número por intención de tratamiento o *number needed to treat* de 7) para evitar el desarrollo de la CPP<sup>7</sup>, sea tan desconocida entre los pediatras españoles. La mayoría de los estudios al respecto han sido realizados por anestesiólogos durante la administración de anestesia raquídea en adultos<sup>30-33</sup>. Tan solo se ha publicado un trabajo realizado en niños<sup>34</sup>. Se trata de un estudio prospectivo observacional (y, por lo tanto, no aleatorizado) en pacientes a los que se les realiza una punción lumbar diagnóstica. En él se encuentra una diferencia que no alcanza la significación estadística en cuanto a la incidencia de CPP según la orientación de bisel. Se sabe que el orificio producido durante la punción en la duramadre es menor cuando el bisel se orienta paralelo a las fibras longitudinales de la duramadre y, por tanto, la pérdida de LCR

posterior también sería menor<sup>7,31,33,35</sup>. Se ha sugerido también como explicación que al orientar el bisel paralelo a las fibras de la duramadre, este las separa en vez de rasgarlas (cosa que ocurre cuando el bisel entra perpendicular a las mismas)<sup>36</sup>.

No existe una explicación clara al hecho de que los residentes de pediatría y sus áreas específicas realicen la técnica siguiendo las recomendaciones en mayor medida que los pediatras especialistas, sobre todo cuando la mayoría de los médicos (tanto residentes como pediatras titulados) refiere que aprendió a realizar la técnica de un pediatra titulado. Probablemente, pocos médicos acuden a un manual para aprender cómo se realiza la PL y en la mayoría de los manuales no se hace referencia a la posición del bisel. En cualquier caso, una explicación a este hecho podría ser que los pediatras titulados actualizan poco técnicas muy habituales que creen sabidas y que algunos residentes aprendieron a colocar el bisel en las prácticas hospitalarias realizadas en el periodo universitario.

El aprendizaje de técnicas es una parte fundamental de la formación médica especializada; todos los pediatras deben aprender durante su formación a hacer una PL correctamente. En nuestro estudio, hemos analizado la experiencia de 2 maneras, diferenciando entre residentes de pediatría y sus áreas específicas y pediatras titulados, y en función del número de PL realizadas. No es fácil establecer el número de PL que es necesario realizar para conseguir la destreza suficiente que permita llevar a cabo la técnica sin ayuda y sintiéndose seguro. Algunos autores establecen el punto de corte en 10<sup>37</sup>. Usando este punto de corte, observamos que los médicos más inexpertos realizan la punción siguiendo las recomendaciones con mayor frecuencia que los médicos más expertos, lo cual indica un mayor dominio teórico. Sin embargo, en los datos de nuestro estudio no aparece reflejado el dominio práctico, pues no hemos tenido en cuenta variables como el número de punciones fallidas o hemorrágicas al no tratarse de un estudio sobre casos reales.

En resumen, es necesario potenciar el uso de sedación para la realización de la PL en niños, así como permitir la presencia de los padres durante el procedimiento. Además, se debe abandonar la práctica del uso de agujas tipo «palomilla» en neonatos. Es muy importante tener en cuenta la orientación adecuada del bisel antes de insertar la aguja, medida que actualmente no se cumple en nuestro país. Cabe esperar que los pediatras más experimentados lleven a cabo mayor proporción de PL con éxito; sin embargo, es importante que la técnica sea adecuada y, por lo tanto, hay que resaltar que la actualización de la medicina es una constante y es necesaria la revisión periódica por parte de los profesionales.

## Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses.

## Agradecimientos

Agradecemos a todos los pediatras que han participado en el estudio respondiendo y difundiendo la encuesta.

## Anexo 1. ¿Cómo hace la punción lumbar (PL)?

### DATOS DEL MÉDICO ENCUESTADO

1. **Edad:** .....años.
2. **Médico interno residente de Pediatría:** Sí  No   
 R1  R2  R3  R4
3. **Médico Especialista en Pediatría y sus Áreas Específicas:**  
**Año en el que acabó la residencia:** .....
4. **Nº aproximado de punciones hechas hasta este momento:**  
 < 10  11-20  21-30  31-40  41-50  > 50
5. **Hospital en el que trabaja o está haciendo la residencia:** .....
6. **¿Quién le ha enseñado a hacer la PL?**  
 Un médico adjunto  
 Un residente

### PUNCIÓN LUMBAR

7. **¿Invita a los padres a quedarse durante el procedimiento?** Sí  No
8. **¿Utiliza sedoanalgesia para hacer la PL?** Sí  No
9. **En caso afirmativo ¿Qué sedo-analgésico utiliza?**  
 Anestesia local sólo (EMLA o cloruro de etilo)  
 Anestesia local + sedación (midazolam, óxido nítrico)  
 Ketamina  
 Otra
10. **Elija la posición en la que suele colocar al paciente:**  
 Más frecuentemente en decúbito lateral  
 Más frecuentemente sentado  
 Unas veces sentado y otras tumbado  
 Depende de la edad <sup>2</sup>  
**Niños < ..... años:** sentado/decúbito **Niños > ... .. años:** sentado/decúbito
11. **En general, ¿Qué tipo de aguja utiliza?**  
 Tipo Quincke  
 Tipo Sprotte/Pajunck  
 Palomilla  
 No lo sé
12. **¿Qué tipo de aguja utiliza en los neonatos?**  
 Tipo Quincke  
 Tipo Sprotte/Whitacre  
 Palomilla  
 No lo sé
13. **¿Qué calibre de aguja utiliza?**  
 20 G

<sup>1</sup> Marque el año de residencia

<sup>2</sup> Si es así, explíquelo. Por ejemplo: < 2 años: sentado; > 2 años: decúbito lateral

- 22 G
- Menos de 25 G
- No lo sé

**14. ¿En qué espacio intervertebral introduce la aguja?**

- L3-L4 o L4-L5
- L1-L2 o L2-L3
- L2-L3 o L3-L4

**15. ¿Cómo introduciría la aguja en el espacio intervertebral si el paciente está sentado?**

- Con el bisel hacia arriba (hacia la cabeza)
- Con el bisel hacia abajo (hacia el sacro)
- Con el bisel hacia la derecha o hacia la izquierda

**16. ¿Cómo introduciría la aguja en el espacio intervertebral si el paciente está tumbado?**

- Con el bisel orientado hacia la cabeza
- Con el bisel orientado hacia el sacro
- Con el bisel orientado hacia la cadera del paciente no apoyada

**17. Si al retirar el estilete no sale LCR ¿Qué hace para redirigir el trocar?**

- Vuelvo a introducir el estilete antes de mover el trocar de nuevo
- No introduzco el estilete para mover el trocar de nuevo

**18. Cuando termina la PL, antes de sacar el trocar ¿reintroduce el estilete?**

- Siempre
- A veces
- Nunca

**19. ¿Recomienda hacer reposo en cama después de la PL? Sí  No**

**20. Si la respuesta anterior es afirmativa ¿cuánto tiempo deja en reposo en cama al paciente?**

- ≤ 4 horas
- 4-12 horas
- 12-24 horas
- Más de 24 horas

## Bibliografía

1. Straus SE, Thorpe KE, Holroyd-Leduc J. How do I perform a lumbar puncture and analyze the results to diagnose bacterial meningitis. *JAMA*. 2006;296:2012-22.
2. Reynolds F. Neurological infections after neuraxial anesthesia. *Anesthesiol Clin*. 2008;26:23-52.
3. Per H, Kumandas S, Gumus H, Yikilmaz A, Kurtsoy A. Iatrogenic epidermoid tumor: late complication of lumbar puncture. *J Child Neurol*. 2007;22:332-6.
4. Lee AC, Lau Y, Li CH, Wong YC, Chiang AK. Intraspinal and intracranial hemorrhage after lumbar puncture. *Pediatr Blood Cancer*. 2007;48:233-7.
5. Chordas C. Post-dural puncture headache and other complications after lumbar puncture. *J Pediatr Oncol Nurs*. 2001;18:244-59.
6. Evans RW, Armon C, Frohman EM, Goodin DS. Assessment: prevention of post-lumbar puncture headaches: report of the therapeutics and technology assessment subcommittee of the american academy of neurology. *Neurology*. 2000;55:909-14.
7. Richman JM, Joe EM, Cohen SR, Rowlingson AJ, Michaels RK, Jeffries MA, et al. Bevel direction and postdural puncture headache: a meta-analysis. *Neurologist*. 2006;12:224-8.
8. Doyle L, Colletti JE. Pediatric procedural sedation and analgesia. *Pediatr Clin North Am*. 2006;53:279-92.
9. Fein D, Avner JR, Khine H. Pattern of pain management during lumbar puncture in children. *Pediatr Emerg Care*. 2010;26:357-60.
10. Breakey VR, Pirie J, Goldman RD. Pediatric and emergency medicine residents' attitudes and practices for analgesia and sedation during lumbar puncture in pediatric patients. *Pediatrics*. 2007;119:e631-6.
11. O'Malley PJ, Brown K, Krug SE. Patient- and family-centered care of children in the emergency department. *Pediatrics*. 2008;122:e511-21.
12. Gamell Fulla A, Corniero Alonso P, Parra Cotanda C, Trenchs Sainz de la Maza V, Luaces Cubells C. [Are parents present during

- invasive procedures? Assessment in 32 Spanish hospitals]. *An Pediatr (Barc)*. 2010;72:243-9.
13. Rodrigues AM, Roy PM. [Post-lumbar puncture headache]. *Rev Prat*. 2007;57:353-7.
  14. Janssens E, Aerssens P, Alliet P, Gillis P, Raes M. Post-dural puncture headaches in children. A literature review. *Eur J Pediatr*. 2003;162:117-21.
  15. Ramamoorthy C, Geiduschek JM, Bratton SL, Miser AW, Miser JS. Postdural puncture headache in pediatric oncology patients. *Clin Pediatr (Phila)*. 1998;37:247-51.
  16. Strupp M, Schueler O, Straube A, Von Stuckrad-Barre S, Brandt T. Atraumatic Sprotte needle reduces the incidence of post-lumbar puncture headaches. *Neurology*. 2001;57:2310-2.
  17. Thomas SR, Jamieson DR, Muir KW. Randomised controlled trial of atraumatic versus standard needles for diagnostic lumbar puncture. *BMJ*. 2000;321:986-90.
  18. Strupp M, Brandt T, Muller A. Incidence of post-lumbar puncture syndrome reduced by reinserting the stylet: a randomized prospective study of 600 patients. *J Neurol*. 1998;245:589-92.
  19. Duffy BL. Don't turn the needle! *Anaesth Intensive Care*. 1993;21:328-30.
  20. Friedrich G, Kainz J. Prevention of post-puncture complications by rotation of the puncture needle by 90 degrees. *Wien Klin Wochenschr*. 1988;100:23-5.
  21. Sudlow C, Warlow C. Posture and fluids for preventing post-dural puncture headache. *Cochrane Database Syst Rev* 2002. 2002:CD001790.
  22. Arendt K, Demaerschalk BM, Wingerchuk DM, Camann W. Atraumatic lumbar puncture needles: after all these years, are we still missing the point. *Neurologist*. 2009;15:17-20.
  23. Baxter AL, Welch JC, Burke BL, Isaacman DJ. Pain, position, and stylet styles: infant lumbar puncture practices of pediatric emergency attending physicians. *Pediatr Emerg Care*. 2004;20:816-20.
  24. Muller B, Adelt K, Reichmann H, Toyka K. Atraumatic needle reduces the incidence of post-lumbar puncture syndrome. *J Neurol*. 1994;241:376-80.
  25. O'Connor G, Gingrich R, Moffat M. The effect of spinal needle design, size, and penetration angle on dural puncture cerebral spinal fluid loss. *AANA J*. 2007;75:111-6.
  26. Reina MA, Lopez-Garcia A, De Andres-Ibanez JA, Dittmann M, Cascales MR, Del Cano MC, et al. [Electron microscopy of the lesions produced in the human dura mater by Quincke beveled and Whitacre needles]. *Rev Esp Anesthesiol Reanim*. 1997;44:56-61.
  27. Turnbull DK, Shepherd DB. Post-dural puncture headache: pathogenesis, prevention and treatment. *Br J Anaesth*. 2003;91:718-29.
  28. Armon C, Evans RW. Addendum to assessment: Prevention of post-lumbar puncture headaches: report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology*. 2005;65:510-2.
  29. Ziv ET, Gordon McComb J, Krieger MD, Skaggs DL. Iatrogenic intraspinal epidermoid tumor: two cases and a review of the literature. *Spine*. 2004;29:15-8.
  30. Angle PJ, Kronberg JE, Thompson DE, Ackerley C, Szalai JP, Duffin J, et al. Dural tissue trauma and cerebrospinal fluid leak after epidural needle puncture: effect of needle design, angle, and bevel orientation. *Anesthesiology*. 2003;99:1376-82.
  31. Ansaloni L, Balzani C, Falaschi F, Paze E. Post-spinal headache after dural puncture with perpendicular or horizontal needle bevel direction: a randomized controlled trial in an African rural hospital. *Trop Doct*. 2000;30:167-9.
  32. Flaatten H, Thorsen T, Askeland B, Finne M, Rosland J, Hansen T, et al. Puncture technique and postural postdural puncture headache. A randomised, double-blind study comparing transverse and parallel puncture. *Acta Anaesthesiol Scand*. 1998;42:1209-14.
  33. Dooner JJ. Needle bevel direction and postlumbar puncture headache. *Anesthesiology*. 1989;71:623-4.
  34. Ebinger F, Kosel C, Pietz J, Rating D. Headache and backache after lumbar puncture in children and adolescents: a prospective study. *Pediatrics*. 2004;113:1588-92.
  35. Fink BR, Walker S. Orientation of fibers in human dorsal lumbar dura mater in relation to lumbar puncture. *Anesth Analg*. 1989;69:768-72.
  36. Kempen PM, Mocek CK. Bevel direction, dura geometry, and hole size in membrane puncture: laboratory report. *Reg Anesth*. 1997;22:267-72.
  37. Kilbane BJ, Adler MD, Trainor JL. Pediatric residents' ability to perform a lumbar puncture: evaluation of an educational intervention. *Pediatr Emerg Care*. 2010;26:558-62.
  38. Shavit I, Keidan I, Augarten A. The practice of pediatric procedural sedation and analgesia in the emergency department. *Eur J Emerg Med*. 2006;13:270-5.
  39. Boon JM, Abrahams PH, Meiring JH, Welch T. Lumbar puncture: anatomical review of a clinical skill. *Clin Anat*. 2004;17:544-53.

# **RESUMEN**

## **INTRODUCCIÓN**

La punción lumbar (PL) es una técnica mediante la cual se accede se accede al espacio subaracnoideo a nivel de la cisterna lumbar utilizando una aguja. Existen diferentes tipos de punción lumbar, dependiendo de si el objetivo es extraer una muestra de líquido cefalorraquídeo (LCR) para analizarlo (PL diagnóstica) o infundir medicación en el espacio intratecal (PL terapéutica). Tiene indicación en el diagnóstico o tratamiento de gran cantidad de enfermedades que pueden afectar al sistema nervioso central, como infecciones, hemorragias, enfermedades autoinmunes, enfermedades proliferativas o procesos que precisan la administración de anestesia espinal.

La PL tiene pocas complicaciones. La más frecuente es el dolor en la zona de la punción, que cede normalmente con reposo y analgesia por vía oral. La segunda complicación en frecuencia es la cefalea postpunción (CPP), que consiste en una cefalea de intensidad media o alta, que típicamente se modifica con los cambios posturales del paciente, empeorando en bipedestación y mejorando en decúbito. Puede asociar otros síntomas como vómitos, rigidez de nuca o diplopía. Se desconoce cuál es la causa exacta de la CPP, aunque la teoría más aceptada es que la pérdida mantenida de LCR a través del orificio creado en la duramadre genera una disminución de la presión intracraneal y secundariamente un descenso de las estructuras encefálicas con sensibilidad dolorosa y una dilatación de las venas cerebrales.

La aparición de CPP se ha relacionado con varios factores. Algunos de ellos dependen del paciente (como la edad, el género, la talla, el índice de masa corporal o los antecedentes personales de cefalea recurrente o de CPP) y otros están relacionados con la técnica de la PL (el diseño y el calibre de la aguja utilizada, la orientación del bisel de la aguja, la reinsertación del fiador de la aguja antes de retirarla, el número de pinchazos o el volumen de LCR extraído).

La Academia Americana de Neurología recomienda realizar la PL con agujas de tipo atraumático, del menor calibre posible (generalmente 22G para la PL diagnóstica), con el bisel orientado de forma paralela a las fibras de la duramadre y reinsertando el fiador antes de extraer la aguja, ya que de esta

manera se disminuye la incidencia de CPP. La evidencia que apoya la orientación del bisel de la aguja de forma paralela a las fibras de la duramadre como forma de disminuir la CPP proviene de estudios realizados en pacientes adultos a los que se les administra anestesia por vía espinal, pero se desconoce si esta recomendación es extensible a los niños ni el impacto que tiene en esta población.

## **HIPÓTESIS**

La orientación del bisel de la aguja de forma paralela a las fibras de la duramadre durante la punción lumbar terapéutica en niños con enfermedades oncológicas puede disminuir la incidencia de CPP.

## **OBJETIVOS**

Averiguar si existe asociación entre la posición del bisel de la aguja durante la realización de la PL terapéutica y la incidencia de CPP en niños con enfermedades oncológicas. Son objetivos secundarios describir la incidencia y las características de la CPP en niños con enfermedades oncológicas a los que se les realiza una PL terapéutica y estudiar la posible relación entre la CPP y algunas características del paciente y del procedimiento.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Se ha realizado un estudio prospectivo experimental, aleatorizado y con enmascaramiento doble ciego. Se incluyeron pacientes entre 2 y 18 años que recibían tratamiento oncológico, con administración de quimioterapia intratecal, entre Febrero de 2012 y Febrero de 2017. Se hicieron dos grupos en función de la orientación del bisel de la aguja durante la PL (paralelo o perpendicular a las fibras de la duramadre). Se hizo un análisis descriptivo de las características de los pacientes y de los procedimientos. Se comparó la incidencia de CPP entre ambos grupos y se analizaron los demás factores relacionados en la CPP mediante regresión logística univariante y multivariante.

## **RESULTADOS**

Se incluyeron en el estudio 118 pacientes, de los cuales 11 fueron eliminados por no poder realizar el seguimiento completo. En los 107 pacientes

restantes se recogieron 256 PL terapéuticas. La mediana de edad fue de 7 años (p25p75: 4-10 años). Se realizaron 127 PL con el bisel perpendicular a las fibras de la duramadre y 129 con el bisel paralelo. No se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos en las variables analizadas a excepción de la postura del paciente durante la PL. La incidencia global de CPP fue del 9,4%. Presentaron CPP 17 pacientes del grupo con el bisel perpendicular (13,2%) y 7 con el bisel paralelo (5,5%). Esta diferencia resultó ser estadísticamente significativa, con un RR de 2,39 para el bisel perpendicular y un NNT de 12 ( $p = 0,035$ ). Al realizar análisis multivariante ajustado por edad y género, se encontró que los antecedentes personales de cefalea y de CPP se asociaban a la aparición de CPP además de la orientación del bisel. No se halló relación entre la CPP y las características antropométricas del paciente, la experiencia del médico que realizó la PL, el número de pinchazos necesarios para hacer la PL, el volumen de LCR extraído ni la postura del paciente. Hubo 24 casos de CPP, el 75% de ellos en pacientes menores de 10 años. La cefalea comenzó en las primeras 48 horas tras la PL en 23 casos y la duración fue inferior a 3 días en el 87%. En 9 casos se asociaron vómitos y en uno rigidez de nuca. En 5 episodios el paciente acudió a una consulta médica a causa de la cefalea y un caso precisó ingreso hospitalario para control del dolor y los vómitos.

## **CONCLUSIONES**

La orientación del bisel de la aguja paralelo a las fibras de la duramadre durante la PL terapéutica (bisel hacia arriba si el paciente está tumbado y hacia un lado si está sentado) en pacientes con enfermedades oncológicas se asocia a menor incidencia de CPP que la orientación perpendicular del mismo.

La incidencia de CPP tras una PL terapéutica en pacientes con enfermedades oncológicas es del 9,4%. Los niños de edad inferior a 10 años también tienen riesgo de padecer CPP. Los pacientes que ya han tenido episodios previos de CPP y los que han tenido cefalea en el momento de la PL tienen mayor riesgo de volver a padecerla.

La CPP comienza en la mayoría de los casos en las primeras 48 horas tras la PL y se resuelve antes de 3 días.

## **BIBLIOGRAFÍA**



1. Evans RW. Complications of lumbar puncture. *Neurol Clin* 1998;16:83-105.
2. Doyle L, Colletti JE. Pediatric procedural sedation and analgesia. *Pediatr Clin North Am* 2006;53:279-92.
3. Fein D, Avner JR, Khine H. Pattern of pain management during lumbar puncture in children. *Pediatr Emerg Care* 2010;26:357-60.
4. Shavit I, Keidan I, Augarten A. The practice of pediatric procedural sedation and analgesia in the emergency department. *Eur J Emerg Med* 2006;13:270-5.
5. Baxter AL, Welch JC, Burke BL, Isaacman DJ. Pain, position, and stylet styles: infant lumbar puncture practices of pediatric emergency attending physicians. *Pediatr Emerg Care* 2004;20:816-20.
6. Baxter AL, Fisher RG, Burke BL, Goldblatt SS, Isaacman DJ, Lawson ML. Local anesthetic and stylet styles: factors associated with resident lumbar puncture success. *Pediatrics* 2006;117:876-81.
7. Breakey VR, Pirie J, Goldman RD. Pediatric and emergency medicine residents attitudes and practices for analgesia and sedation during lumbar puncture in pediatric patients. *Pediatrics* 2007;119:e631-6.
8. Nigrovic LE, Kuppermann N, Neuman MI. Risk factors for traumatic or unsuccessful lumbar punctures in children. *Ann Emerg Med* 2007;49:762-71.
9. Sandoval M, Shestak W, Sturmman K, Hsu C. Optimal patient position for lumbar puncture, measured by ultrasonography. *Emerg Radiol* 2004;10:179-81.
10. Abo A, Chen L, Johnston P, Santucci K. Positioning for lumbar puncture in children evaluated by bedside ultrasound. *Pediatrics* 2010;125:e1149-53.
11. DeLeon A, Wong C. Spinal anesthesia: technique. UptoDate, 2017. (Accessed 31 de Marzo, 2017, at [www.uptodate.com](http://www.uptodate.com))
12. Carson D, Serpell M. Choosing the best needle for diagnostic lumbar puncture. *Neurology* 1996;47:33-7.
13. Muldoon T. Lumbar puncture and headache. Obtaining fluid samples and measuring intrathecal pressure may require different approaches. *BMJ* 1998;316:1018.
14. Linker G, Mirza N, Manetti G, Meyer M, Putnam KT, Sunderland T. Fine-needle, negative-pressure lumbar puncture: a safe technique for collecting CSF. *Neurology* 2002;59:2008-9.
15. Strachan A, Train J. Lumbar puncture and headache. Aspirating cerebrospinal fluid speeds up procedure. *BMJ* 1998;316:1018-9.

16. Vettivel S. Vertebral level of the termination of the spinal cord in human fetuses. *J Anat* 1991;179:149-61.
17. Boon JM, Abrahams PH, Meiring JH, Welch T. Lumbar puncture: anatomical review of a clinical skill. *Clin Anat* 2004;17:544-53.
18. Fastle R, Bothner J. Lumbar puncture: indications, contraindications, technique and complications. UpToDate, 2017. (Accessed 5 de Mayo, 2017, at [www.uptodate.com](http://www.uptodate.com))
19. Baxter B, Evans J, Morris R, et al. Neonatal lumbar puncture: are clinical landmarks accurate? *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2016;101:F448-50.
20. Gorn M, Kunkov S, Crain EF. Prospective Investigation of a Novel Ultrasound-assisted Lumbar Puncture Technique on Infants in the Pediatric Emergency Department. *Acad Emerg Med* 2017;24:6-12.
21. Neal JT, Kaplan SL, Woodford AL, Desai K, Zorc JJ, Chen AE. The Effect of Bedside Ultrasonographic Skin Marking on Infant Lumbar Puncture Success: A Randomized Controlled Trial. *Ann Emerg Med* 2017;69:610-9.e1.
22. Pearl PL, McClintock WM. Addendum to assessment: prevention of post-lumbar puncture headaches: report of the TTAS of the AAN. *Neurology* 2006;66:1285.
23. Evans RW, Armon C, Frohman EM, Goodin DS. Assessment: prevention of post-lumbar puncture headaches: report of the therapeutics and technology assessment subcommittee of the american academy of neurology. *Neurology* 2000;55:909-14.
24. Bruccoleri RE, Chen L. Needle-entry angle for lumbar puncture in children as determined by using ultrasonography. *Pediatrics* 2011;127:e921-6.
25. Straus SE, Thorpe KE, Holroyd-Leduc J. How do I perform a lumbar puncture and analyze the results to diagnose bacterial meningitis? *JAMA* 2006;296:2012-22.
26. Serpell MG, Rawal N. Headaches after diagnostic dural punctures. *BMJ* 2000;321:973-4.
27. Baer ET. Post-dural puncture bacterial meningitis. *Anesthesiology* 2006;105:381-93.
28. Del-Rio-Vellosillo M, Garcia-Medina JJ, Pinazo-Duran MD, Abengochea-Cotaina A, Barbera-Alacreu M. Ocular Motor Palsy After Spinal Puncture. *Reg Anesth Pain Med* 2017;42:1-9.

29. Ziv ET, Gordon McComb J, Krieger MD, Skaggs DL. Iatrogenic intraspinal epidermoid tumor: two cases and a review of the literature. *Spine* 2004;29:E15-8.
30. Reynolds F. Neurological infections after neuraxial anesthesia. *Anesthesiol Clin* 2008;26:23-52.
31. Per H, Kumandas S, Gumus H, Yikilmaz A, Kurtsoy A. Iatrogenic epidermoid tumor: late complication of lumbar puncture. *J Child Neurol* 2007;22:332-6.
32. Lee AC, Lau Y, Li CH, Wong YC, Chiang AK. Intraspinal and intracranial hemorrhage after lumbar puncture. *Pediatr Blood Cancer* 2007;48:233-7.
33. Chordas C. Post-dural puncture headache and other complications after lumbar puncture. *J Pediatr Oncol Nurs* 2001;18:244-59.
34. Coccia P, Ruggiero A, Attina G, Lazzareschi I, Maurizi P, Riccardi R. The lumbar puncture in pediatric oncology. *Pediatr Med Chir* 2006;28:73-8.
35. Olmos-Jimenez R, Espuny-Miro A, Carceles Rodriguez C, Diaz-Carrasco MS. Practical aspects of the use of intrathecal chemotherapy. *Farm Hosp* 2017;41:105-29.
36. de Lemos ML, Monfared S, Denyssevych T, et al. Evaluation of osmolality and pH of various concentrations of methotrexate, cytarabine, and thiotepa prepared in normal saline, sterile water for injection, and lactated Ringer's solution for intrathecal administration. *J Oncol Pharm Pract* 2009;15:45-52.
37. Olmos-Jimenez R, Diaz-Carrasco MS, Galera-Minarro A, Pascual-Gazquez JF, Espuny-Miro A. Evaluation of standardized triple intrathecal therapy toxicity in oncohematological pediatric patients. *Int J Clin Pharm* 2017;39:126-32.
38. Gil Lujan G, Clemente Bautista S, Oliveras Arenas M, Cabanas Poy MJ, Hidalgo Albert E. Dosage of drugs for cerebrospinal administration. *Farm Hosp* 2005;29:185-90.
39. SEHOP-PETHEMA. Tratamiento de la Leucemia Aguda Linfoblástica de Nuevo Diagnóstico (para niños mayores de 1 año y menores de 19 años). 2013. Código del protocolo: LAL-07OLD.
40. Buhner C, Henze G, Hofmann J, Reiter A, Schellong G, Riehm H. Central nervous system relapse prevention in 1165 standard-risk children with acute lymphoblastic leukemia in five BFM trials. *Haematol Blood Transfus* 1990;33:500-3.

41. Littman P, Coccia P, Bleyer WA, et al. Central nervous system (CNS) prophylaxis in children with low risk acute lymphoblastic leukemia (ALL). *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1987;13:1443-9.
42. Ruggiero A, Conter V, Milani M, et al. Intrathecal chemotherapy with antineoplastic agents in children. *Paediatr drugs* 2001;3:237-46.
43. Kwong YL, Yeung DY, Chan JC. Intrathecal chemotherapy for hematologic malignancies: drugs and toxicities. *Ann Hematol* 2009;88:193-201.
44. Ochs JJ. Neurotoxicity due to central nervous system therapy for childhood leukemia. *Am J Pediatr Hematol Oncol* 1989;11:93-105.
45. Schmitz N, Zeynalova S, Loeffler M, Pfreundschuh M. Response: Intrathecal methotrexate and central nervous system events. *Blood* 2009;114:1999-2000.
46. Zajac-Spychala O, Wachowiak J. Late sequelae of central nervous system prophylaxis in children with acute lymphoblastic leukemia: high doses of intravenous methotrexate versus radiotherapy of the central nervous system--review of literature. *Med Wieku Rozwoj* 2012;16:128-37.
47. Levinsen M, Harila-Saari A, Grell K, et al. Efficacy and Toxicity of Intrathecal Liposomal Cytarabine in First-line Therapy of Childhood Acute Lymphoblastic Leukemia. *J Ped Hematol Oncol* 2016;38:602-9.
48. Bassan R, Masciulli A, Intermesoli T, et al. Randomized trial of radiation-free central nervous system prophylaxis comparing intrathecal triple therapy with liposomal cytarabine in acute lymphoblastic leukemia. *Haematologica* 2015;100:786-93.
49. Moskalenko YE, Kislyakov YY, Vainshtein GB, Zelikson BB. Biophysical aspects of the intracranial circulation. *Am Heart J* 1972;83:401-14.
50. Piva A. Fisiología de la presión intracraneana. *Neuroeje* 1999;13:50-4.
51. Marmarou A, Shulman K, Rosende RM. A nonlinear analysis of the cerebrospinal fluid system and intracranial pressure dynamics. *J Neurosurg* 1978;48:332-44.
52. Miller JD, Garibi J, Pickard JD. Induced changes of cerebrospinal fluid volume. Effects during continuous monitoring of ventricular fluid pressure. *Arch Neurol* 1973;28:265-9.
53. Silberstein SD, Marcelis J. Headache associated with changes in intracranial pressure. *Headache* 1992;32:84-94.
54. Kwak KH. Postdural puncture headache. *Korean J Anesthesiol* 2017;70:136-43.

55. Raskin NH. Lumbar puncture headache: a review. *Headache* 1990;30:197-200.
56. Sherfudeen KM, Ramasamy G, Kaliannan SK, Dammalapati PK. Differentiating the headache of cerebral venous thrombosis from post-dural puncture: A headache for anaesthesiologists. *Indian J Anaesth* 2016;60:352-4.
57. Rodriques AM, Roy PM. Post-lumbar puncture headache. *Rev Prat* 2007;57:353-7.
58. Janssens E, Aerssens P, Alliet P, Gillis P, Raes M. Post-dural puncture headaches in children. A literature review. *Eur J Pediatr* 2003;162:117-21.
59. Ramamoorthy C, Geiduschek JM, Bratton SL, Miser AW, Miser JS. Postdural puncture headache in pediatric oncology patients. *Clin Pediatr (Phila)* 1998;37:247-51.
60. Ebinger F, Kosel C, Pietz J, Rating D. Headache and backache after lumbar puncture in children and adolescents: a prospective study. *Pediatrics* 2004;113:1588-92.
61. Turnbull DK, Shepherd DB. Post-dural puncture headache: pathogenesis, prevention and treatment. *Br J Anaesth* 2003;91:718-29.
62. Bier A. Versuche über cocainisierung des rückenmarkes. *Deutsch Zeitsch Chir* 1899;51:361-9.
63. MacRobert R. The cause of lumbar puncture headache. *JAMA* 1918;70:1350-3.
64. Reina MA, Lopez-Garcia A, de Andres-Ibanez JA, et al. Electron microscopy of the lesions produced in the human dura mater by Quincke beveled and Whitacre needles. *Rev Esp Anesthesiol Reanim* 1997;44:56-61.
65. Angle PJ, Kronberg JE, Thompson DE, et al. Dural tissue trauma and cerebrospinal fluid leak after epidural needle puncture: effect of needle design, angle, and bevel orientation. *Anesthesiology* 2003;99:1376-82.
66. Holst D, Mollmann M, Ebel C, Hausman R, Wendt M. In vitro investigation of cerebrospinal fluid leakage after dural puncture with various spinal needles. *Anesth Analg* 1998;87:1331-5.
67. Morewood GH. A rational approach to the cause, prevention and treatment of postdural puncture headache. *CMAJ* 1993;149:1087-93.
68. Candido KD, Stevens RA. Post-dural puncture headache: pathophysiology, prevention and treatment. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2003;17:451-69.

69. Brownridge P. The management of headache following accidental dural puncture in obstetric patients. *Anesth Int Care* 1983;11:4-16.
70. Reina MA, Alvarez-Linera J, Lopez A, Benito-Leon J, De Andres JA, Sola RG. Magnetic resonance in dural post-puncture headache in patient with cerebrospinal fluid hypotension. *Rev Esp Anesthesiol Reanim* 2002;49:89-100.
71. Bourekas EC, Lewin JS, Lanzieri CF. Postcontrast meningeal MR enhancement secondary to intracranial hypotension caused by lumbar puncture. *J Comput Assist Tomogr* 1995;19:299-301.
72. Clark JW, Solomon GD, Senanayake PD, Gallagher C. Substance P concentration and history of headache in relation to postlumbar puncture headache: towards prevention. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1996;60:681-3.
73. Solomon GD, Clark JW, deSenanayake P, Kunkel RS. Hypersensitivity to substance P in the etiology of postlumbar puncture headache. *Headache* 1995;35:25-8.
74. Wang LP, Schmidt JF. Central nervous side effects after lumbar puncture. A review of the possible pathogenesis of the syndrome of postdural puncture headache and associated symptoms. *Dan Med Bull* 1997;44:79-81.
75. Eledjam JJ, Viel E, Aya G, Mangin R. Postdural puncture headache. *Cah Anesthesiol* 1993;41:579-88.
76. Tourtellotte WW, Haerer AF, Heller GL, et al. Post-lumbar puncture headaches. Springfield, IL 1964.
77. Kuntz KM, Kokmen E, Stevens JC, Miller P, Offord KP, Ho MM. Post-lumbar puncture headaches: experience in 501 consecutive procedures. *Neurology* 1992;42:1884-7.
78. Tourtellotte WW, Henderson WG, Tucker RP, Gilland O, Walker JE, Kokman E. A randomized, double-blind clinical trial comparing the 22 versus 26 gauge needle in the production of the post-lumbar puncture syndrome in normal individuals. *Headache* 1972;12:73-8.
79. Dripps RD, Vandam LD. Hazards of lumbar puncture. *JAMA* 1951;147:1118-21.
80. Grant R, Condon B, Hart I, Teasdale GM. Changes in intracranial CSF volume after lumbar puncture and their relationship to post-LP headache. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1991;54:440-2.
81. Rasmussen BS, Blom L, Hansen P, Mikkelsen SS. Postspinal headache in young and elderly patients. Two randomised, double-blind studies that compare 20- and 25-gauge needles. *Anaesthesia* 1989;44:571-3.

82. Thomas SR, Jamieson DR, Muir KW. Randomised controlled trial of atraumatic versus standard needles for diagnostic lumbar puncture. *BMJ* 2000;321:986-90.
83. Seeberger MD, Kaufmann M, Staender S, Schneider M, Scheidegger D. Repeated dural punctures increase the incidence of postdural puncture headache. *Anesth Analg* 1996;82:302-5.
84. Lybecker H, Djernes M, Schmidt JF. Postdural puncture headache (PDPH): onset, duration, severity, and associated symptoms. An analysis of 75 consecutive patients with PDPH. *Acta Anaesthesiol Scand* 1995;39:605-12.
85. Vallejo MC, Mandell GL, Sabo DP, Ramanathan S. Postdural puncture headache: a randomized comparison of five spinal needles in obstetric patients. *Anesth Analg* 2000;91:916-20.
86. Flaatten H, Thorsen T, Askeland B, et al. Puncture technique and postural postdural puncture headache. A randomised, double-blind study comparing transverse and parallel puncture. *Acta Anaesthesiol Scand* 1998;42:1209-14.
87. Lambert DH, Hurley RJ, Hertwig L, Datta S. Role of needle gauge and tip configuration in the production of lumbar puncture headache. *Reg Anesth* 1997;22:66-72.
88. Muller B, Adelt K, Reichmann H, Toyka K. Atraumatic needle reduces the incidence of post-lumbar puncture syndrome. *J Neurol* 1994;241:376-80.
89. Strupp M, Schueler O, Straube A, Von Stuckrad-Barre S, Brandt T. "Atraumatic" Sprotte needle reduces the incidence of post-lumbar puncture headaches. *Neurology* 2001;57:2310-2.
90. Zorrilla-Vaca A, Healy R, Zorrilla-Vaca C. Finer gauge of cutting but not pencil-point needles correlate with lower incidence of post-dural puncture headache: a meta-regression analysis. *J Anesth* 2016;30:855-63.
91. Matas SL. Why should we use atraumatic needles in lumbar puncture? *Arq Neuropsiquiatr* 2013;71:681-4.
92. Arendt K, Demaerschalk BM, Wingerchuk DM, Camann W. Atraumatic lumbar puncture needles: after all these years, are we still missing the point? *Neurologist* 2009;15:17-20.
93. Reynolds F, O'Sullivan G. Lumbar puncture and headache. "Atraumatic needle" is a better term than "blunt needle". *BMJ* 1998;316:1018.
94. O'Connor G, Gingrich R, Moffat M. The effect of spinal needle design, size, and penetration angle on dural puncture cerebral spinal fluid loss. *AANA J* 2007;75:111-6.

95. Arevalo-Rodriguez I, Munoz L, Godoy-Casasbuenas N, et al. Needle gauge and tip designs for preventing post-dural puncture headache (PDPH). *Cochrane Database Syst Rev* 2017;4.
96. Apiliogullari S, Duman A, Gok F, Akillioglu I. Spinal needle design and size affect the incidence of postdural puncture headache in children. *Paediatr Anaesth* 2010;20:177-82.
97. Runza M, Pietrabissa R, Mantero S, Albani A, Quaglini V, Contro R. Lumbar dura mater biomechanics: experimental characterization and scanning electron microscopy observations. *Anesth Analg* 1999;88:1317-21.
98. Morrison LM, McCrae AF, Foo I, Scott DB, Wildsmith JA. An in vitro comparison of fluid leakage after dural puncture with Atraucan, Sprotte, Whitacre, and Quincke needles. *Reg Anesth* 1996;21:139-43.
99. Ready LB, Cuplin S, Haschke RH, Nessly M. Spinal needle determinants of rate of transdural fluid leak. *Anesth Analg* 1989;69:457-60.
100. Lowery S, Oliver A. Incidence of postdural puncture headache and backache following diagnostic/therapeutic lumbar puncture using a 22G cutting spinal needle, and after introduction of a 25G pencil point spinal needle. *Paediatr Anaesth* 2008;18:230-4.
101. Fink BR, Walker S. Orientation of fibers in human dorsal lumbar dura mater in relation to lumbar puncture. *Anesth Analg* 1989;69:768-72.
102. Kempen PM, Mocek CK. Bevel direction, dura geometry, and hole size in membrane puncture: laboratory report. *Reg Anesth* 1997;22:267-72.
103. Dooner JJ. Needle bevel direction and postlumbar puncture headache. *Anesthesiology* 1989;71:623-4.
104. Ansaloni L, Balzani C, Falaschi F, Paze E. Post-spinal headache after dural puncture with perpendicular or horizontal needle bevel direction: a randomized controlled trial in an African rural hospital. *Trop Doct* 2000;30:167-9.
105. Lybecker H, Moller JT, May O, Nielsen HK. Incidence and prediction of postdural puncture headache. A prospective study of 1021 spinal anesthetics. *Anesth Analg* 1990;70:389-94.
106. Richman JM, Joe EM, Cohen SR, et al. Bevel direction and postdural puncture headache: a meta-analysis. *Neurologist* 2006;12:224-8.
107. Yentis S. Lumbar puncture and headache. Replacing the stylet before withdrawing the needle may help to prevent headache. *Bmj* 1998;316:1018.
108. MacRobert R. The cause of lumbar puncture headache. *JAMA* 1918;70:1350-53.



109. Strupp M, Brandt T. Should one reinsert the stylet during lumbar puncture? *N Engl J Med* 1997;336:1190.
110. Strupp M, Brandt T, Muller A. Incidence of post-lumbar puncture syndrome reduced by reinserting the stylet: a randomized prospective study of 600 patients. *J Neurol* 1998;245:589-92.
111. Kunkle EC RB, Wolff HG. Experimental studies on headache. Analysis of the headache associated with changes in intracranial pressure. *Arch Neuropsych* 1943;49:323-58.
112. Melby V, McBride C, McAfee A. Acute pain relief in children: use of rating scales and analgesia. *Emerg Nurse* 2011;19:32-7.
113. National Clinical Practice Guideline. The recognition and assessment of acute pain in children. Nursing R Co. London: Royal College of Physicians (UK) National Clinical Guideline Centre; 2009.
114. MacLaren Chorney J, Twycross A, Mifflin K, Archibald K. Can we improve parents' management of their children's postoperative pain at home? *Pain Res Manag* 2014;19:e115-23.
115. Blount RL, Loiselle KA. Behavioural assessment of pediatric pain. *Pain Res Manag* 2009;14:47-52.
116. Chambers CT, Finley GA, McGrath PJ, Walsh TM. The parents' postoperative pain measure: replication and extension to 2-6-year-old children. *Pain* 2003;105:437-43.
117. Kokki H, Salonvaara M, Herrgard E, Onen P. Postdural puncture headache is not an age-related symptom in children: a prospective, open-randomized, parallel group study comparing a22-gauge Quincke with a 22-gauge Whitacre needle. *Paediatr Anaesth* 1999;9:429-34.
118. Thompson JK, Collins FL, Jr. Reliability of headache questionnaire data. *Headache* 1979;19:97-101.
119. van den Brink M, Bandell-Hoekstra EN, Abu-Saad HH. The occurrence of recall bias in pediatric headache: a comparison of questionnaire and diary data. *Headache* 2001;41:11-20.
120. National Clinical Guideline C. Headaches: Diagnosis and Management of Headaches in Young People and Adults. London: Royal College of Physicians (UK) National Clinical Guideline Centre; 2012.
121. Classification and diagnostic criteria for headache disorders, cranial neuralgias and facial pain. Headache Classification Committee of the International Headache Society. *Cephalalgia* 1988;8 Suppl 7:1-96.

122. Leblanc A, Catrevaux O, Guillaumat C, Robin L, Foucaud P. Post lumbar puncture headache in general pediatrics: a prospective multicenter study. *Arch Pediatr* 2005;12:1199-203.
123. Armon C, Evans RW. Addendum to assessment: Prevention of post-lumbar puncture headaches: report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology* 2005;65:510-2.
124. Storch De Gracia Calvo P, De La Torre Espi M, Martin Diaz MJ, Garcia Ruiz S, Dominguez Ortega G, Novoa Carballal R. Do paediatricians perform lumbar puncture correctly? Review of recommendations and analysis the technique in Spain. *An Pediatr (Barc)* 2012;77:115-23.
125. Wee LH, Lam F, Cranston AJ. The incidence of post dural puncture headache in children. *Anaesthesia* 1996;51:1164-6.
126. Scher C AD, Ginsburg I, Reinsel R, McDowall R, Barst S. Post dural puncture headache in children with cancer. *Anesthesiology* 1992;77: 579-88.
127. Bolder PM. Postlumbar puncture headache in pediatric oncology patients. *Anesthesiology* 1986;65:696-8.
128. Apiliogullari S, Arun O, Celik D. Postdural puncture headache: a neglected complication after lumbar puncture and intrathecal chemotherapy in children with acute lymphoblastic leukemia. *Int J Clin Oncol* 2014;19:769-70.
129. Burt N, Dorman BH, Reeves ST, et al. Postdural puncture headache in paediatric oncology patients. *Can J Anaesth* 1998;45:741-5.
130. Bachiocco V, Morselli AM, Carli G. Self-control expectancy and postsurgical pain: relationships to previous pain, behavior in past pain, familial pain tolerance models, and personality. *J Pain Symptom Manage* 1993;8:205-14.
131. Guelmann M. Dental fear in children may be related to previous pain experience during dental treatment. *J Evid Based Dent Pract* 2005;5:143-4.
132. Norris MC, Grieco WM, Borkowski M, et al. Complications of labor analgesia: epidural versus combined spinal epidural techniques. *Anesth Analg* 1994;79:529-37.
133. Leibold RA, Yealy DM, Coppola M, Cantees KK. Post-dural-puncture headache: characteristics, management, and prevention. *Ann Emerg Med* 1993;22:1863-70.