

Ignacio Pastor Pons

Eficacia de la terapia manual  
pediátrica en el tratamiento de la  
plagiocefalia deformacional  
posterior

Departamento  
Fisiatría y Enfermería

Director/es  
Lucha López, Orosia  
Rodríguez Fernández, Ángel Luis  
Tricas Moreno, José Miguel

<http://zaguan.unizar.es/collection/Tesis>

© Universidad de Zaragoza  
Servicio de Publicaciones

ISSN 2254-7606





**Universidad**  
Zaragoza

Tesis Doctoral

**EFICACIA DE LA TERAPIA MANUAL PEDIÁTRICA  
EN EL TRATAMIENTO DE LA PLAGIOCEFALIA  
DEFORMACIONAL POSTERIOR**

Autor

**Ignacio Pastor Pons**

Director/es

Lucha López, Orosia  
Rodríguez Fernández, Ángel Luis  
Tricas Moreno, José Miguel

**UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA**

Fisiatría y Enfermería

2020





**Universidad**  
Zaragoza

**EFICACIA DE LA TERAPIA MANUAL PEDIÁTRICA EN EL  
TRATAMIENTO DE LA PLAGIOCEFALIA  
DEFORMACIONAL POSTERIOR.**

Tesis doctoral

**Ignacio Pastor Pons**

Directores de Tesis

**Dra. M<sup>a</sup> Orosia Lucha López**

**Dr. Ángel Luis Rodríguez Fernández**

**Dr. José Miguel Tricas Moreno**

Departamento de Fisiatría y Enfermería

Universidad de Zaragoza

2020



**TESIS DOCTORAL**

**Eficacia de la terapia manual pediátrica  
en el tratamiento de la plagiocefalia  
deformacional posterior.**

**Ignacio Pastor Pons**

Departamento de Fisiatría y Enfermería

Universidad de Zaragoza

2020



**UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA**  
**Facultad Universitaria de Ciencias de la Salud**  
**Departamento de Fisiatría y Enfermería**

**Eficacia de la terapia manual pediátrica  
en el tratamiento de la plagiocefalia  
deformacional posterior.**

Memoria presentada por  
D. Ignacio Pastor Pons para optar al grado de Doctor,  
realizada bajo la dirección de los doctores  
Dña. Orosia Lucha López,  
D. Ángel Luis Rodríguez Fernández  
y D. José Miguel Tricas Moreno

Zaragoza, 2020



“Dado que todas las cosas son causadas y causantes, ayudadas y ayudantes, mediatas e inmediatas, y todas se entretajan por un lazo natural e invisible que une las más alejadas y las más diferentes, considero imposible conocer las partes sin conocer el todo, igual que conocer el todo sin conocer particularmente las partes...”

*Pascal (1650)*  
*(Pensées, ed. Brunschvicg, II, 72)*

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a Orosia Lucha su acompañamiento, paciencia y generosidad como tutora y a José Miguel Tricas por su ayuda en la dirección.

---

Gracias a José Miguel Tricas y a Ángel Luis Rodríguez Fernández por su ayuda en la dirección.

---

Quiero agradecer su gran ayuda a los fisioterapeutas Marta Barrau e Iñaki Rodes del Instituto de Terapias Integrativas de Zaragoza.

---

Gracias a Pepe Mengual, a los pediatras y a la dirección del Sector III del Salud de Zaragoza.

---

Gracias a Susana Laparra y Ana Lahuerta por su ayuda en la organización de este estudio.

---

Gracias a la Unidad de Investigación en Fisioterapia de la Universidad de Zaragoza por su apoyo en este proyecto

---

Gracias a Sylvie Marchand por su apoyo y su revisión.

---

Gracias a mi hermana, la Dra. Gema Pastor Pons, por su amor incondicional y su fe en mí.

---



## **INFORME FAVORABLE DEL DIRECTOR DE LA TESIS PARA SU PRESENTACIÓN**

El Dr. D. José Miguel Tricás Moreno, codirector de la Tesis Doctoral titulada “Eficacia de la terapia manual pediátrica en el tratamiento de la plagiocefalia deformacional posterior”, realizada por D. Ignacio Pastor Pons en el Departamento de Fisiatría y Enfermería de la Universidad de Zaragoza, por el presente informe, autoriza su presentación a trámite, dado que reúne con un nivel de excelencia las condiciones necesarias para su presentación y defensa, gracias a la extensa sustentación teórica del proyecto, la correcta metodología, la complejidad del trabajo de campo, y la exactitud y rigor de las argumentaciones que apoyan la expresión de las conclusiones.

*Firmado Dr. D. José Miguel Tricás Moreno*



## **INFORME FAVORABLE DEL DIRECTOR DE LA TESIS PARA SU PRESENTACIÓN**

La Dra. María Orosia Lucha López, codirectora de la Tesis Doctoral titulada “Eficacia de la terapia manual pediátrica en el tratamiento de la plagiocefalia deformacional posterior”, realizada por D. Ignacio Pastor Pons en el Departamento de Fisiatría y Enfermería de la Universidad de Zaragoza, por el presente informe, autoriza su presentación a trámite, dado que reúne con un nivel de excelencia las condiciones necesarias para su presentación y defensa, gracias al arduo trabajo realizado por el doctorando para llevar a cabo la Tesis, destacando la amplitud y la calidad del trabajo de campo, la profundidad en el análisis de los resultados, la compleja reflexión desarrollada en la discusión que apoya la expresión de las conclusiones y la adecuada culminación de las actividades del doctorando, llevadas a cabo exhaustivamente y en un ámbito internacional.

*Firmado Dra. María Orosia Lucha López*



## **INFORME FAVORABLE DEL DIRECTOR DE LA TESIS PARA SU PRESENTACIÓN**

El Dr. D. Ángel Luis Rodríguez Fernández, codirector de la Tesis Doctoral titulada “Eficacia de la terapia manual pediátrica en el tratamiento de la plagiocefalia deformacional posterior”, realizada por D. Ignacio Pastor Pons en el Departamento de Fisiología y Enfermería de la Universidad de Zaragoza, por el presente informe, autoriza su presentación a trámite, dado que reúne con un nivel de excelencia las condiciones necesarias para su presentación y defensa, gracias a la adecuada sustentación teórica presentada, la correcta metodología, la complejidad para el desarrollo del trabajo de campo, la profundidad en el análisis e interpretación de los resultados obtenidos y el rigor de la expresión de las conclusiones.

*Firmado Dr. D. Ángel Luis Rodríguez Fernández*



# CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS .....	25
ÍNDICE DE TABLAS .....	26
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	27
ABREVIATURAS.....	28
MARCO TEÓRICO .....	29
1. MARCO TEÓRICO .....	31
1.1. Generalidades .....	31
1.2. Deformaciones craneales en el bebé.....	32
1.2.1. Craneosinostosis.....	32
1.2.2. Deformidades posicionales del cráneo.....	34
1.2.2.1. Braquiocefalia (BC).....	34
1.2.2.2. Dolicocefalia (DC) .....	34
1.2.2.3. Plagiocefalia deformacional (PD).....	35
1.3. Prevalencia de la plagiocefalia deformacional .....	37
1.4. Factores de riesgo.....	38
1.5. Grado de severidad de la plagiocefalia deformacional.....	41
1.2. Consecuencias y evolución a medio-largo plazo .....	46
1.6.1. Alteraciones visuales .....	46
1.6.2. Asimetrías mandibulares y mala oclusión .....	47
1.6.3. Aspectos estéticos y psico-sociales.....	47
1.6.4. Alteraciones cognitivas, escolares y del lenguaje .....	48
1.7. Plagiocefalia y neurodesarrollo .....	49
1.8. Recuerdo anatómico del cráneo del bebé.....	52
1.9. Fisiología del crecimiento del cráneo .....	56
1.9.1. Crecimiento de la bóveda craneal .....	56
1.9.2. Crecimiento de la base craneal .....	59
1.10. Mecanismos de deformación craneal.....	62
1.10.1. Propiedades mecánicas de los huesos craneales .....	64

1.11. Relación de la plagiocefalia con la columna cervical.....	66
1.12. Tratamiento conservador de la plagiocefalia deformacional .....	68
1.12.1. Tratamiento ortésico con casco .....	69
1.12.1.1. Terapia con casco y reposicionamiento .....	70
1.12.1.2. Críticas al tratamiento ortésico .....	70
1.12.1.3. Inconvenientes del tratamiento ortésico.....	71
1.12.2. Fisioterapia en la plagiocefalia deformacional .....	72
1.12.2.1.Fisioterapia de la prevención.....	72
1.12.2.2. Fisioterapia en el tratamiento .....	76
1.12.3. Terapia manual en pediatría .....	78
1.12.3.1. Posibles efectos adversos .....	80
1.12.3.2. Terapia manual en la plagiocefalia deformacional .....	81
1.13. Justificación del estudio .....	82
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	83
2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	85
2.1. Hipótesis.....	85
2.2. Objetivos .....	85
METODOLOGÍA.....	87
3. METODOLOGÍA .....	89
3.1. Diseño del estudio .....	89
3.2. Cálculo del tamaño muestral .....	89
3.2.1. Cálculo del tamaño muestral para el estudio de fiabilidad intraexaminador e interexaminador .....	89
3.2.2. Cálculo del tamaño muestral para el ensayo clínico .....	89
3.3. Captación de pacientes para la muestra.....	91
3.4. Criterios de inclusión .....	91
3.5. Criterios de exclusión.....	92
3.6. Recogida de datos.....	92
3.8. Parámetros medidos.....	93
3.8.1. Valores antropométricos .....	93
3.8.1.1. Circunferencia Máxima de la Cabeza .....	93

3.8.1.2. Mediciones antropométricas con calibre.....	94
3.8.1.3. Cálculo de Índices Antropométricos.....	98
3.8.2. Rango de movimiento cervical activo de rotación .....	101
3.8.3. Evaluación del desarrollo motor y postural.....	102
3.8.4. Otros aspectos clínicos.....	104
3.8.5. Evaluación de la percepción de cambio en los progenitores.....	104
3.9. Intervención.....	105
3.9.1. Intervención en el grupo control.....	106
3.9.2. Intervención en el grupo TMP.....	107
3.10. Análisis de seguridad.....	111
3.11. Métodos estadísticos .....	111
3.11.1. Variables de estudio: .....	111
3.11.1.1. Variable independiente principal. ....	111
3.11.1.2. Variables modificadoras del efecto o variables independientes extrañas .....	111
3.11.1.3. Variables dependientes. ....	113
3.11.2. Análisis estadístico .....	114
3.12. Aspectos éticos.....	116
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>117</b>
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>119</b>
4.1. Estudio de fiabilidad.....	119
4.1.1. Análisis de fiabilidad interexaminador de valores antropométricos (n=62) .....	119
4.1.1.1. Fiabilidad interexaminador de la Circunferencia Máxima Craneal.....	119
4.1.1.2. Fiabilidad interexaminador de la Longitud Craneal .....	120
4.1.1.3. Fiabilidad interexaminador de la Anchura Craneal.....	120
4.1.1.4. Fiabilidad interexaminador del Diámetro Diagonal Derecho .....	121
4.1.1.5. Fiabilidad interexaminador del Diámetro Diagonal Izquierdo.....	122
4.1.2. Análisis de fiabilidad intraexaminador de valores antropométricos (n=62).....	122
4.1.2.1. Fiabilidad intraexaminador de la Circunferencia Máxima Craneal .....	122
4.1.2.2. Fiabilidad intraexaminador de la Longitud Craneal .....	123
4.1.2.3. Fiabilidad intraexaminador de la Anchura Craneal.....	124
4.1.2.4. Fiabilidad intraexaminador del Diámetro Diagonal Derecho.....	124

4.1.2.5. Fiabilidad intraexaminador del Diámetro Diagonal Izquierdo.....	125
4.1.3. Análisis de fiabilidad del sistema de medición del Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación (ROMcar) (n=44).....	126
4.1.3.1. Fiabilidad del sistema de medición del Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Derecha (ROMcar Dcha).....	126
4.1.3.2. Fiabilidad del sistema de medición del Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Izquierda (ROMcar Izda) .....	126
4.2. Resultados del ensayo clínico aleatorizado .....	128
4.2.1. Descripción de la muestra.....	128
4.2.1.1. Reclutamiento de la muestra.....	128
4.2.1.2 Descripción de toda la muestra en la exploración inicial .....	129
4.2.1.2.1. Descripción de las variables modificadoras del efecto .....	129
4.2.1.2.2. Descripción de las variables dependientes en la exploración inicial en toda la muestra (n=34). .....	132
4.2.2. Análisis comparativo de las variables dependientes .....	133
4.2.2.1. Requisitos previos para la aplicabilidad de las pruebas paramétricas.....	133
4.2.2.1.1. Normalidad .....	133
4.2.2.1.2. Homogeneidad.....	134
4.2.2.2. Análisis comparativo de las muestras independientes (Inter Grupo) .....	137
4.2.2.2.1. Índice de mejora en la Circunferencia Máxima Craneal (CMC) .....	138
4.2.2.2.2. Índice de mejora de longitud craneal.....	139
4.2.2.2.3. Índice de mejora de anchura craneal .....	139
4.2.2.2.4. Índice de mejora del Diámetro Diagonal Derecho.....	140
4.2.2.2.5. Índice de mejora del Diámetro Diagonal Izquierdo .....	140
4.2.2.2.6. Índice de mejora de la Diferencia entre Diámetros Diagonales.....	141
4.2.2.2.7. Índice de mejora en el Índice Craneal (IC).....	141
4.2.2.2.8. Índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) .....	142
4.2.2.2.9. Índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Derecha (ROMcar Dcha).....	142
4.2.2.2.10. Índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Izquierda (ROMcar Izda).....	143
4.2.2.2.11. Índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) .....	143
4.2.2.2.12. Índice de mejora en la escala Alberta Infant Motor Scale (AIMS) .....	144
4.2.2.2.13. EVA de la percepción de los padres del cambio en la forma de la cabeza....	144
4.2.2.2.14. EVA de la percepción de los padres del cambio la rotación cervical.....	145
4.2.2.2.15. EVA de la percepción de los padres del cambio global.....	145
4.2.2.3. Análisis comparativo de las muestras relacionadas (Intra Grupo) .....	146
4.2.2.3.1. Circunferencia Máxima Craneal (CMC) .....	147
4.2.2.3.2. Longitud Craneal.....	147

4.2.2.3.3. Anchura Craneal.....	148
4.2.2.3.4. Diámetro Diagonal Derecho .....	148
4.2.2.3.5. Diámetro Diagonal Izquierdo .....	149
4.2.2.3.6. Diferencia entre los Diámetros Diagonales.....	149
4.2.2.3.7. Índice Craneal (IC) .....	150
4.2.2.3.8. Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) .....	150
4.2.2.3.9. Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Derecha (ROMcar Dcha).....	151
4.2.2.3.10. Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Izquierda (ROMcar Izda) .....	151
4.2.2.3.11. Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) .....	152
4.2.2.3.12. Escala de Motricidad Infantil Alberta Infant Motor Scale (AIMS) .....	152
<b>4.2.3. Análisis de relación entre variables .....</b>	<b>153</b>
<b>4.2.3.1. Correlación entre el lado y el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación a la Izquierda y a la Derecha al inicio en toda la muestra .....</b>	<b>153</b>
<b>4.2.3.2. Correlación entre el tiempo en Prono en 1 y 2 meses con el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) y el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) al inicio en toda la muestra.....</b>	<b>154</b>
<b>4.2.3.3. Correlación entre el Tiempo en Prono en 1 y 2 meses con el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) y el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) al inicio en el Grupo TMP .....</b>	<b>155</b>
<b>4.2.3.4. Correlación entre el tiempo en Prono en 1 y 2 meses con el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) y el Rango de Movimiento Cervical Activo en Rotación Total (ROMcar Total) al inicio en el Grupo Control.....</b>	<b>156</b>
<b>4.2.3.5. Correlación entre el Tiempo en Prono con 1 y 2 meses con el Índice de mejora en Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) en el Grupo TMP .....</b>	<b>157</b>
<b>4.2.3.6. Correlación entre el Tiempo en Prono con 1 y 2 meses con el Índice de mejora en Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) en el Grupo Control .....</b>	<b>157</b>
<b>4.2.3.7. Correlación entre la edad al inicio con el Índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) en el Grupo Terapia Manual Pediátrica.....</b>	<b>158</b>
<b>4.2.3.8. Correlación entre la edad al inicio con el Índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) en el Grupo Control .....</b>	<b>158</b>
<b>4.2.3.9. Correlación entre el índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóve- da Craneal (IABC) y el índice mejora en la Circunferencia Máxima Craneal (CMC) en toda la muestra.....</b>	<b>158</b>
<b>4.2.3.10. Correlación entre el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total y el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) al inicio en toda la muestra.....</b>	<b>159</b>
<b>4.2.3.11. Correlación entre el índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total y el índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) en el Grupo TMP .....</b>	<b>159</b>
<b>4.2.3.12. Correlación entre el índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total y el índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) en el Grupo Control .....</b>	<b>159</b>

4.2.3.13. Correlación entre el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total y la escala de motricidad infantil Alberta Infant Motor Scale (AIMS) al inicio en toda la muestra .....	160
4.2.3.14. Correlación entre el índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) y el índice de mejora en la escala de motricidad infantil Alberta Infant Motor Scale (AIMS) en el Grupo TMP .....	160
4.2.3.15. Correlación entre el índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) y el índice de mejora en la escala de motricidad infantil Alberta Infant Motor Scale (AIMS) en el Grupo Control .....	160
4.2.3.16. Correlación entre el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) y la escala de motricidad infantil Alberta Infant Motor Scale (AIMS) al inicio en toda la muestra....	161
4.2.3.17. Correlación entre el índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) y el índice de mejora en la escala de motricidad infantil Alberta Infant Motor Scale (AIMS) en el Grupo TMP .....	161
4.2.3.18. Correlación entre el índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) y el índice de mejora en la escala de motricidad infantil Alberta Infant Motor Scale (AIMS) en el Grupo Control.....	161
4.2.3.19. Correlación entre el índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) con la Escala Visual Analógica (EVA) de la percepción de cambio en la cabeza en toda la muestra.....	162
4.2.3.20. Correlación entre el índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total con la EVA de la percepción de cambio en el movimiento del cuello en toda la muestra.....	162
4.2.3.21. Correlación entre el índice de mejora en el Alberta Infant Motor Scale (AIMS) con la Escala Visual Analógica (EVA) de la percepción de cambio global en el niño en toda la muestra .....	163
<b>4.2.4. ANOVA factorial de las variables modificadoras del efecto no homogéneas .....</b>	<b>163</b>
4.2.4.1. ANOVA factorial de las dificultades en el parto y el índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) y en la Diferencia de Diámetros Diagonales.....	163
4.2.4.2. ANOVA factorial de las dificultades en el parto y el índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total y en la Diferencia de Diámetros Diagonales.....	164
<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>165</b>
<b>5. DISCUSIÓN.....</b>	<b>167</b>
5.1. Estudio de fiabilidad .....	167
5.1.1. Análisis de fiabilidad de valores antropométricos.....	167
5.1.2. Análisis de fiabilidad del sistema de medición del Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación (ROMcar).....	167
5.2. Características de la muestra al inicio del estudio .....	168
5.2.1. Variables modificadoras del efecto .....	168
5.2.1.1. Sexo .....	168

5.2.1.2. Edad.....	168
5.2.1.3. Peso al nacer .....	168
5.2.1.4. Prematuridad .....	168
5.2.1.5. Dolor lumbar en el embarazo .....	169
5.2.1.6. Problemas de salud en el embarazo.....	169
5.2.1.7. Parto instrumental .....	169
5.2.1.8. Lactancia materna correcta .....	169
5.2.1.9. Dificultades en el parto .....	170
5.2.1.10. Primogénito .....	170
5.2.1.11. Parto múltiple .....	170
5.2.1.12. Cólicos del lactante .....	170
5.2.1.13. Irritabilidad .....	171
5.2.1.14. Dificultades de sueño.....	171
5.2.1.15. Quietud o falta de acción.....	171
5.2.1.16. Posición preferencial de la cabeza, diagnóstico de tortícolis congénita y limitación de giro de la cabeza.....	171
5.2.1.17. Lado de plagiocefalia .....	172
5.2.1.18. Tipo de Transporte.....	172
5.2.1.19. Tiempo en prono con 1 y 2 meses .....	173
<b>5.2.2. Variables dependientes .....</b>	<b>173</b>
5.2.2.1. Circunferencia Máxima Craneal (CMC).....	173
5.2.2.2. Longitud Craneal .....	173
5.2.2.3. Anchura Craneal.....	173
5.2.2.4. Diámetro Diagonal Derecha .....	174
5.2.2.5. Diámetro Diagonal Izquierda.....	174
5.2.2.6. Diferencia de Diámetros Diagonales .....	174
5.2.2.7. Índice Craneal (IC) .....	174
5.2.2.8. Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC).....	174
5.2.2.9. Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Derecha (ROMcar Dcha) ....	175
5.2.2.10. Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación izquierda (ROMcar Izda) ..	175
5.2.2.11. Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) .....	175
5.2.2.12. Escala de Motricidad Infantil Alberta Infant Motor Scale (AIMS).....	176

<b>5.3. Variables dependientes a lo largo del estudio</b> .....	<b>177</b>
<b>5.3.1. Resultados intra-grupo</b> .....	<b>177</b>
<b>5.3.1.1. Grupo Terapia Manual Pediátrica (TMP)</b> .....	<b>177</b>
5.3.1.1.1. Circunferencia Máxima Craneal (CMC).....	177
5.3.1.1.2. Longitud Craneal.....	177
5.3.1.1.3. Anchura Craneal.....	177
5.3.1.1.4. Diámetro Diagonal Derecho.....	177
5.3.1.1.5. Diámetro Diagonal Izquierdo.....	178
5.3.1.1.6. Diferencia entre Diámetros Diagonales.....	178
5.3.1.1.7. Índice Craneal.....	178
5.3.1.1.8. Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC).....	178
5.3.1.1.9. Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Derecha (ROMcar Dcha) ..	178
5.3.1.1.10. Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Izquierda (ROMcar Izda) .	179
5.3.1.1.11. Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total).....	179
5.3.1.1.12. Escala de Motricidad Infantil Alberta Infant Motor Scale (AIMS).....	180
<b>5.3.1.2. Grupo control</b> .....	<b>180</b>
5.3.1.2.1. Circunferencia Máxima Craneal (CMC).....	180
5.3.1.2.2. Longitud Craneal.....	180
5.3.1.2.3. Anchura Craneal.....	180
5.3.1.2.4. Diámetro Diagonal Derecho.....	181
5.3.1.2.5. Diámetro Diagonal Izquierdo.....	181
5.3.1.2.6. Diferencia entre Diámetros Diagonales.....	181
5.3.1.2.7. Índice Craneal (IC).....	181
5.3.1.2.8. Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC).....	181
5.3.1.2.9. Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Derecha (ROMcar Dcha) .	182
5.3.1.2.10. Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Izquierda (ROMcar Izda)	182
5.3.1.2.11. Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total).....	182
5.3.1.2.12. Escala de motricidad infantil Alberta Infant Motor Scale (AIMS).....	182
<b>5.3.2. Resultados entre grupos</b> .....	<b>182</b>
<b>5.3.2.1. Circunferencia Máxima Craneal</b> .....	<b>182</b>
<b>5.3.2.2. Longitud Craneal</b> .....	<b>183</b>
<b>5.3.2.3. Anchura Craneal</b> .....	<b>183</b>
<b>5.3.2.4. Diámetro Diagonal Derecho</b> .....	<b>183</b>
<b>5.3.2.5. Diámetro Diagonal Izquierdo</b> .....	<b>183</b>
<b>5.3.2.6. Diferencia entre Diámetros Diagonales</b> .....	<b>184</b>
<b>5.3.2.7. Índice Craneal</b> .....	<b>184</b>
<b>5.3.2.8. Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC)</b> .....	<b>184</b>

5.3.2.9. Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Derecha (ROMcar Dcha) ....	185
5.3.2.10. Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Izquierda (ROMcar Izda) ..	185
5.3.2.11. Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) .....	185
5.3.2.12. Escala de Motricidad Infantil Alberta Infant Motor Scale (AIMS).....	186
5.3.2.13. EVA de la percepción de los padres del cambio en la forma de la cabeza .....	186
5.3.2.14. EVA de la percepción de los padres del cambio en el movimiento cervical.....	186
5.3.2.15. EVA de la percepción de los padres del cambio en el cambio global.....	186
<b>5.4. Resultados de relaciones entre variables .....</b>	<b>187</b>
5.4.1. Relación entre el lado y el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación a la Izquierda (ROMcar Izdo) y a la Derecha (ROMcar Dcho) al inicio en toda la muestra.....	187
5.4.2. Correlación entre el tiempo en Prono en 1 y 2 meses con el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) y el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) al inicio en toda la muestra, en el grupo TMP y en el grupo control .....	187
5.4.3. Correlación entre el Tiempo en Prono con 1 y 2 meses con el Índice de mejora en Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) en el grupo Terapia Manual Pediátrica (TMP) y en el grupo control .....	187
5.4.4. Correlación entre la edad al inicio con el Índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) en el grupo Terapia Manual Pediátrica (TMP).....	188
5.4.5. Correlación entre la edad al inicio con el Índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) en el grupo control.....	188
5.4.6. Correlación entre el índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) y el índice mejora en la Circunferencia Máxima Craneal (CMC) en toda la muestra, en el grupo TMP y en el grupo control .....	188
5.4.7. Correlación entre el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) y el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) al inicio en toda la muestra..	189
5.4.8. Correlación entre el índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) y el índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) en el Grupo TMP.....	189
5.4.9. Correlación entre el índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) y el índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) en el grupo control.....	189
5.4.10. Correlación entre el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) y la escala de motricidad infantil Alberta Infant Motor Scale (AIMS) al inicio en toda la muestra, y los índices de mejora en el grupo Terapia Manual Pediátrica (TMP) y en el grupo control. ....	189
5.4.11. Correlación entre el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) y la escala de motricidad infantil Alberta Infant Motor Scale (AIMS) al inicio en toda la muestra, y en los índices de mejora en el grupo Terapia Manual Pediátrica (TMP) y en el grupo control. ....	190
5.4.12. Correlación entre el índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) con la Escala Visual Analógica (EVA) de la percepción de cambio en la cabeza en toda la muestra .....	190
5.4.13. Correlación entre el índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de	

Rotación Total (ROMcar Total) con la Escala Visual Analógica (EVA) de la percepción de cambio en el movimiento del cuello en toda la muestra .....	190
5.4.14. Correlación entre el índice de mejora en el Alberta Infant Motor Scale (AIMS) con la Escala Visual Analógica (EVA) de la percepción de cambio global en el niño en toda la muestra .....	190
5.4.15. ANOVA factorial de las dificultades en el parto y el índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) .....	191
5.4.16. ANOVA factorial de las dificultades en el parto y el índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total). .....	191
<b>5.5. Implicaciones clínicas .....</b>	<b>192</b>
<b>5.6. Limitaciones del estudio.....</b>	<b>193</b>
5.6.1. En la evaluación.....	193
5.6.2. En la intervención .....	194
5.6.3. En los resultados.....	194
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>195</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>199</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>231</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	33	Figura 22.....	71
Figura 2.....	34	Figura 23.....	73
Figura 3.....	34	Figura 24.....	77
Figura 4.....	34	Figura 25.....	93
Figura 5.....	35	Figura 26.....	96
Figura 6.....	38	Figura 27.....	96
Figura 7.....	44	Figura 28.....	96
Figura 8.....	47	Figura 29.....	96
Figura 9.....	53	Figura 30.....	97
Figura10.....	54	Figura 31.....	97
Figura 11.....	57	Figura 32.....	100
Figura 12.....	57	Figura 33.....	100
Figura 13.....	57	Figura 34.....	101
Figura 14.....	58	Figura 35.....	102
Figura 15.....	60	Figura 36.....	103
Figura 16.....	62	Figura 37.....	103
Figura 17.....	63	Figura 38.....	107
Figura 18.....	63	Figura 39.....	109
Figura 19.....	64	Figura 40.....	109
Figura 20.....	66	Figura 41.....	110
Figura 21.....	70		

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....40	Tabla 25.....122	Tabla 48 .....141	Tabla 72.....155
Tabla 2 ..... 41	Tabla 26.....122	Tabla 49 .....142	Tabla 73.....156
Tabla 3 ..... 42	Tabla 27 .....123	Tabla 50 .....142	Tabla 74.....157
Tabla 4 ..... 42	Tabla 28.....124	Tabla 51.....143	Tabla 75.....157
Tabla 5 ..... 43	Tabla 29.....124	Tabla 52.....144	Tabla 76.....158
Tabla 6 ..... 44	Tabla 30 .....125	Tabla 53.....144	Tabla 77 .....158
Tabla 7..... 45	Tabla 31.....126	Tabla 54.....144	Tabla 78.....158
Tabla 8 ..... 59	Tabla 32.....126	Tabla 55.....145	Tabla 79.....159
Tabla 9 ..... 59	Tabla 33.....129	Tabla 56.....145	Tabla 80 .....159
Tabla 10.....73	Tabla 34.....130	Tabla 57 .....146	Tabla 81.....159
Tabla 11.....75	Tabla 35.....132	Tabla 58.....147	Tabla 82.....160
Tabla 12.....78	Tabla 36.....132	Tabla 59.....147	Tabla 83.....160
Tabla 13.....78	Tabla 37 .....133	Tabla 60 .....148	Tabla 84 .....160
Tabla 14.....79	Tabla 38.....134	Tabla 61.....148	Tabla 85.....161
Tabla 15.....90	Tabla 39.....134	Tabla 62.....149	Tabla 86.....161
Tabla 16.....90	Tabla 40 .....135	Tabla 63.....149	Tabla 87.....161
Tabla 17 ..... 95	Tabla 41.....137	Tabla 64 ..... 150	Tabla 88.....162
Tabla 18.....98	Tabla 41bis.....137	Tabla 65.....150	Tabla 89.....162
Tabla 19.....111	Tabla 42.....138	Tabla 66 .....151	Tabla 90 .....163
Tabla 20 .....113	Tabla 43.....139	Tabla 67.....151	Tabla 91.....163
Tabla 21.....119	Tabla 44 .....139	Tabla 68.....152	Tabla 92.....164
Tabla 22.....120	Tabla 45.....140	Tabla 69.....152	
Tabla 23.....120	Tabla 46 .....140	Tabla 70.....153	
Tabla 24.....121	Tabla 47.....141	Tabla 71.....154	

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.....	119	Gráfico 22.....	141
Gráfico 2.....	120	Gráfico 23.....	141
Gráfico 3.....	121	Gráfico 24.....	142
Gráfico 4.....	121	Gráfico 25.....	142
Gráfico 5.....	122	Gráfico 26.....	143
Gráfico 6.....	123	Gráfico 27.....	143
Gráfico 7.....	123	Gráfico 28.....	144
Gráfico 8.....	124	Gráfico 29.....	145
Gráfico 9.....	125	Gráfico 30.....	145
Gráfico 10.....	125	Gráfico 31.....	147
Gráfico 11.....	126	Gráfico 32.....	147
Gráfico 12.....	127	Gráfico 33.....	148
Gráfico 13.....	128	Gráfico 34.....	148
Gráfico 14.....	130	Gráfico 35.....	149
Gráfico 15.....	131	Gráfico 36.....	149
Gráfico 16.....	131	Gráfico 37.....	150
Gráfico 17.....	138	Gráfico 38.....	150
Gráfico 18.....	139	Gráfico 39.....	151
Gráfico 19.....	139	Gráfico 40.....	151
Gráfico 20.....	140	Gráfico 41.....	152
Gráfico 21.....	140	Gráfico 42.....	152

## ABREVIATURAS

- ABC:** Asimetría de Bóveda Craneal
- AIMS:** Alberta Infant Motor Scale
- BC:** Braquiocefalia
- CMC:** Circunferencia Máxima Craneal
- CS:** Craneosinostosis
- DC:** Dolicocefalia
- DDD:** Diámetro Diagonal Derecho
- DDI:** Diámetro Diagonal Izquierdo
- EFM:** Escala de Función Muscular
- EVA:** Escala Visual Analógica
- IABC:** Índice de Asimetría de Bóveda Craneal
- IC:** Índice Craneal
- KISS:** Kinematic imbalance due to suboccipital strain
- PCM:** Plagiocefalometría
- PD:** Plagiocefalia Deformacional
- RM:** Resonancia magnética
- ROM:** Rango de Movimiento Cervical
- ROMcar:** Rango de movimiento cervical activo de rotación
- TC:** Tomografía computerizada
- TCS:** Terapia Cráneo Sacral
- TEM:** Terapia Espinal Manipulativa
- TM:** Terapia Manual
- TMC:** Tortícolis Muscular Congénita
- TMP:** Terapia Manual Pediátrica
- TMPI:** Terapia Manual Pediátrica Integrativa

# MARCO TEÓRICO



# 1. MARCO TEÓRICO

En este primer capítulo se aborda la introducción al estudio, presentando el problema de investigación, y se exponen las razones que justifican su realización. También se describe el contexto teórico conceptual en el que se encuadra el trabajo científico, analizando las bases anatómicas, biomecánicas, etiopatológicas, de evaluación y tratamiento, tanto de la plagiocefalia deformacional como de otras deformaciones craneales y de la prevención de los problemas de neurodesarrollo vinculados a las deformaciones craneales. Por último, se presentan los antecedentes y el estado actual del problema de investigación planteado.

## 1.1. Generalidades

El término plagiocefalia deriva del griego “plagios” que significa “oblicuo, inclinado” y “kephale” que indica “cabeza”. Este término describe habitualmente una forma anormal, aplanada y particularmente asimétrica del cráneo (1).

La plagiocefalia deformacional (PD) se refiere a una condición en la que la cabeza del bebé y posiblemente su cara están deformadas como resultado de fuerzas moldeables externas prenatales y/o postnatales en un cráneo maleable y en crecimiento(2).La plagiocefalia deformacional puede ser el resultado de fuerzas exteriores prenatales debidas al tipo de encajamiento y presentación del niño en la pelvis materna, y postnatales como el exceso de tiempo en decúbito supino que han moldeado el cráneo maleable y en crecimiento del niño (2).

La PD está caracterizada por el aplanamiento occipital asimétrico, acompañado de desplazamiento anterior de la oreja del mismo lado, gibosidad parietal contralateral, y a menudo gibosidad frontal ipsilateral, con aplanamiento frontal contralateral. Estas características dan a la cabeza una forma de paralelogramo cuando es vista desde la parte superior (1) y puede apreciarse también en la cara presentando una asimetría facial.

La plagiocefalia puede persistir e incluso empeorar en los primeros meses, a diferencia de la adaptación normal de moldeado craneal en su acomodación a la pelvis de la madre que sufre la cabeza del niño durante el paso por el canal del parto y que se resuelve espontáneamente dentro del primer o primeros días de vida (3).

Existen otros términos específicos, como braquiocefalia, que describen otros tipos de alteraciones en la forma del cráneo. La braquiocefalia describe un cráneo más ancho de oreja a oreja y más estrecho de frontal a occipital. A menudo se usa el término plagiocefalia para describir los distintos tipos de deformidades. De hecho, plagiocefalia y braquiocefalia se solapan en distintos criterios de medición diagnóstica, por lo que algún autor no justifica el diferenciar ambos conceptos (4).

Las deformaciones craneales pueden estar o no asociadas a un cierre sutural prematuro denominado sinostosis y cuando se da esta vinculación se habla de plagiocefalias sinostósicas, mientras que cuando no hay asociación de la plagiocefalia con un cierre sutural nos referimos a ellas como plagiocefalias posicionales, deformacionales o no sinostósicas (1,5).

## 1.2. Deformaciones craneales en el bebé

Las formas anormales del cráneo que se convierten en deformidad craneofacial son un hallazgo clínico relativamente común(6). Existen dos grupos principales de deformidad: por un lado el grupo de las deformidades consecuencia de la osificación prematura y fusión de las suturas del cráneo, llamadas craneosinostosis, y por otro lado las deformidades posicionales entre las que se encuentran la braquiocefalia, la dolicocefalia y la plagiocefalia deformacional.

### 1.2.1. Craneosinostosis

El término craneosinostosis (CS) se refiere al cierre prematuro de una o más suturas fibrosas craneales que sirven como centros de crecimiento separando los huesos craneales inmaduros. Esto puede ocurrir durante el periodo prenatal, la primera infancia o la niñez. Se trata de un hallazgo, no de un diagnóstico, y puede ser aislado o estar asociado con síndromes genéticos asociados a secuelas severas (7).

La craneosinostosis (CS) es un fenómeno relativamente poco frecuente con una prevalencia de 1 cada 1800-3000 bebés (8).

La craneosinostosis puede aparecer de forma primaria o secundaria. La CS primaria puede ser sindrómica y no sindrómica (CS aislada sin evidencia de un síndrome genético). La CS ha sido descrita como una característica de más de 150 síndromes genéticos(9). El objetivo de una detección prenatal es permitir el diagnóstico prenatal de casos sindrómicos y permitir la conciencia de las complicaciones potenciales perinatales como la mala presentación y el desarrollo de complicaciones secundarias como la hidrocefalia (7).

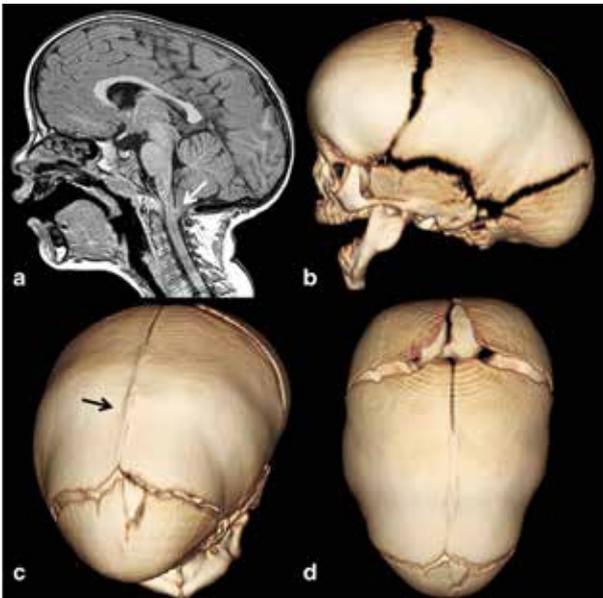
Hasta el final del siglo XX se conocía poco sobre las causas de la CS pero el descubrimiento de las mutaciones en los genes MSX2, FGFR1, FGFR2, FGFR3, TWIST1 Y EFNB1 tanto en casos sindrómicos como en casos no sindrómicos llevó a una mejor comprensión de la etiología, clasificación y desarrollo de estos desórdenes (8).

El diagnóstico se realiza por técnicas de imagen. Principalmente los ultrasonidos, la radiografía, la tomografía computerizada (TC) y la resonancia magnética (RM) (6).

La osificación prematura y la unión de huesos individuales, de acuerdo con la ley de Virchow, resulta en un crecimiento craneal anormal paralelo a la sutura fusionada (10). Según la sutura fusionada se observa un tipo de deformidad en la que la sinostosis ejerce un punto fijo sobre el que se desarrolla el resto del cráneo.

La sinostosis sagital es la más común (40-60% de casos). En el 80% de los casos no son sindrómicas. El cráneo crece de forma patente en las suturas coronal y metópica, llevando a una prominencia frontal y una separación de las órbitas (figura 1). El cráneo crece estrecho y elongado dando lugar a una escafocefalia (6).

La sinostosis de la sutura coronal tiene efectos más complicados en el aspecto craneofacial que las sinostosis mediales (sagital y metópica) (6). Después de la fusión sutural, el ala del esfenoide cambia muy tempranamente (11). Esta deformidad lleva a alteraciones visuales y oculomotoras importantes (12).



**Figura 1.** Imágenes de sinostosis sagital.

- a) Imagen de RM que muestra escafocefalia y malformación Chiari 1 (flecha) en una niña de 18 meses.
- b) Proyección lateral 3D de la calvaria en un niño de 13 días con suturas coronal, escamosa y lamboidea patentes.
- c) Proyección 3D en el mismo niño que muestra el puente en el seno sagital posterior (flecha).
- d) Proyección 3D axial que muestra la prominencia frontal ensanchada y el occipital estrecho. Blaser y cols. (2015) (6).

La sinostosis de la sutura metópica representa menos del 10% de todas las craneosinostosis aunque su prevalencia ha ido aumentando (13). Sus consecuencias son hipotelorismo, trigonocefalia, estrechamiento de la fosa anterior e hipoplasia etmoidal. El estrechamiento de la base craneal ocurre porque la fusión metópica comienza en la glabella (6).

La sinostosis de la sutura lamboidea es una de las menos comunes y representa un 5% de las no sindrómicas. Aparece una configuración de forma trapezoide en la cabeza cuando se observa desde una visión superior, con un aplanamiento de la zona occipital ipsilateral y una prominencia frontal contralateral (6).

La evolución de la inteligencia humana fue posible por la habilidad del cerebro para expandirse en un casco protector. Así, el desarrollo de las plenas capacidades mentales del niño en crecimiento dependen de la expansión del cerebro. Sin cirugía para reabrir las suturas fusionadas, la presión en el córtex creciente puede afectar seriamente a la inteligencia del niño (8).

En la CS la deformidad puede ser considerable y afectar de forma importante a la simetría. Por ello los cirujanos precisan de sistemas para determinar la simetría óptima en la cirugía reconstructiva-plástica (14).

Los objetivos para el tratamiento de la CS son aliviar la constricción craneal para permitir el desarrollo funcional del cerebro y mejorar o mantener una apariencia estética. Se han descrito varias técnicas quirúrgicas como los avances fronto-orbitales(15) o la reconstrucción total de la calvaria, que son procedimientos estándar(16). La osteogénesis de distracción craneal (ODC) permite la regeneración gradual del tejido óseo en el área de distracción y la expansión al mismo tiempo del tejido blando. En relación al avance fronto-orbital y la reconstrucción de la calvaria, los pacientes tienen significativamente menos sangrados y menor tiempo de cirugía (17). Por ello se recomienda como procedimiento estándar en bebés sindrómicos que muestran deformidades craneales severas y requieren intervenciones craneales agresivas (16).

## 1.2.2. Deformidades posicionales del cráneo

Entre las deformidades posicionales podemos distinguir las simétricas (braquiocefalia y dolicocefalia) y las asimétricas (plagiocefalia deformacional).

### 1.2.2.1. Braquiocefalia (BC)

La BC está caracterizada por un aplanamiento simétrico y bilateral del occipital que da como resultado una forma de cabeza desproporcionadamente corta y ancha (18)(figura 2). A pesar de que es el producto de las mismas fuerzas exteriores que causan la plagiocefalia, la BC deformacional a menudo se considera menos urgente o significativa (19). Se define objetivamente por un índice craneal (IC)  $>85\%$  (anchura craneal / longitud craneal \*100) (20), lo que indica una dimensión anteroposterior más corta y una dimensión transversal proporcionalmente más ancha.

La BC es típica en algunas razas como los indios americanos, en Malasia o en Borneo. Es una alteración claramente posicional en el resto de razas (21).

Raramente se ha asociado a una malformación de Chiari tipo I con herniación de las tonsiles cerebelosas (22).

### 1.2.2.2. Dolicocefalia (DC)

Es una deformidad simétrica caracterizada por una longitud craneal proporcionalmente mucho mayor a la anchura, dicho de otro modo, una cabeza más estrecha (figura 3). Objetivamente se define por un IC  $<75\%$  (20).

La DC es muy típica en bebés prematuros, hecho conocido desde hace años (23, 24). Hummel y cols. (2005) lo asocian a la posición prona en las unidades de cuidados intensivos neonatales (UCIN) (21). Ifflaender y cols. (2013) en un estudio sobre 195 bebés encontraron una prevalencia de dolicocefalia de 73% en los muy prematuros y un 28% en los prematuros tardíos (25).



**Figura 2.** Visión superior de un bebé de 5 meses con un cráneo braquiocefálico, presentando además una plagiocefalia deformacional posterior derecha.



**Figura 3.** Visión superior de un bebé de 5 meses con cráneo dolicocefálico.



**Figura 4.** Visión superior de un bebé de 4 meses con PD izquierda

Además de la prematuridad, factores de riesgos son el bajo peso, la posición prona para dormir o la deficiencia mineral ósea (26).

La dolicocefalia no sinostósica lleva a un desplazamiento de las estructuras corticales pero no influencia las estructuras profundas del cerebro (27).

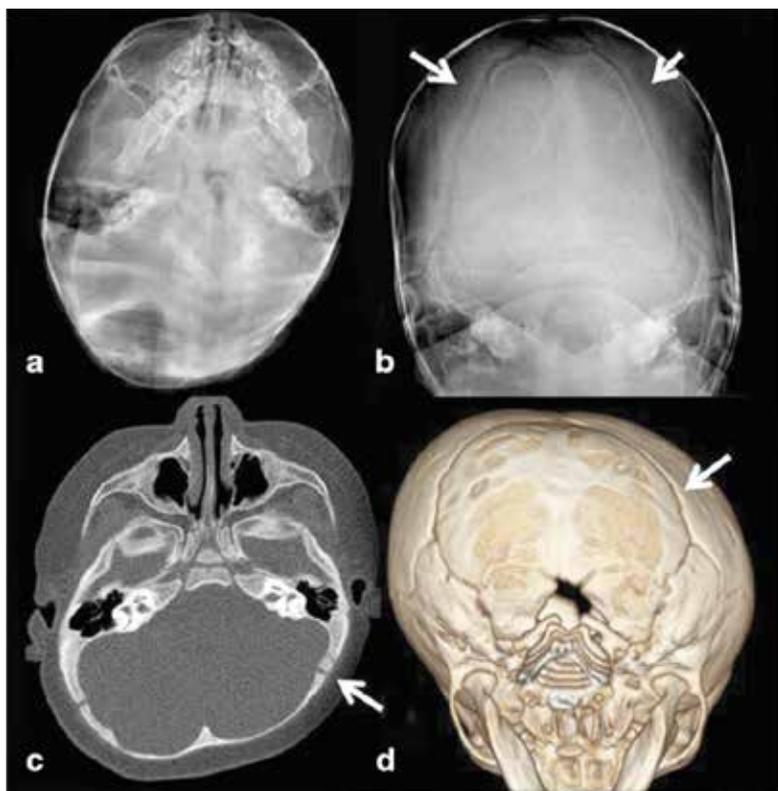
La dolicocefalia de origen sinostósico suele ser denominada escafocefalia, y es consecuencia de la fusión de la sutura sagital (28, 29). Por otro lado el término escafocefalia también puede ser usado como sinónimo de dolicocefalia (30).

### 1.2.2.3. Plagiocefalia deformacional (PD)

Las asimetrías de la cabeza y del cuello son muy comunes en recién nacidos típicos y sanos (31). Dentro de estas asimetrías la “plagiocefalia” es un término general que describe la deformación del cráneo y de la cara, resultado de la aplicación de fuerzas prenatales o postnatales sobre la cabeza del bebé (32) (Figura 4).

La PD se conoce también como plagiocefalia posicional o plagiocefalia no sinostósica (33). Se reconoce como plagiocefalia deformacional posterior cuando la deformación craneal afecta más en la zona parietal y occipital.

En ciertos casos se ha encontrado una dificultad diagnóstica entre la sinostosis unilamboidea, debido a la fusión prematura de la sutura lamboidea (34), y la PD posterior, pero las características de la morfología de la base endocraneal diferencian claramente ambas patologías (35, 36) (figura 5). Además la apariencia clínica muestra características diferentes. En la PD la apariencia es de paralelogramo mientras que en la craneosinostosis lamboidea unilateral la forma es de trapecio (21, 32, 37). En estudios recientes se ha confirmado por sonografía que en la PD la sutura permanece abierta (38).



**Figura 5.** Imágenes de una plagiocefalia deformacional posterior.

- Radiografía submentovertebral mostrando aplanamiento lamboideo a la derecha en un bebé de 5 meses.
- Confirmación de la presencia de las dos suturas lamboideas (flechas).
- TC axial en otro bebé de 7 meses con aplanamiento lamboideo derecho y suturas patentes.
- Suturas lamboideas simétricas patentes en el mismo bebé que en c). Blaser y cols. (2015) (6).

Se ha sugerido que el cráneo del bebé es maleable y esto predispone a que las placas óseas se deformen cuando la cabeza reposa en una superficie plana. Este mecanismo es análogo a la alteración de la forma que ocurre cuando un globo lleno de agua se coloca en una mesa. Por otro lado, el aplanamiento puede ocurrir solo cuando la expansión craneal y su crecimiento son resistidos de forma consistente en un área específica por una fuerza exterior. El cráneo crece en respuesta a una presión interna menor pero constante ejercida por el crecimiento del cerebro. La fuerza exterior resistente en el área de contacto tiene como resultado una expansión del volumen en áreas donde no hay resistencia. Esto lleva a la deformación craneal añadida al aplanamiento y vinculada a la velocidad de crecimiento cerebral (30).

### 1.3. Prevalencia de la plagiocefalia deformacional

Con la recomendación en el año 1992 de la Academia Americana de Pediatría para poner a los niños a dormir boca arriba (39), se constató una reducción notable del síndrome de muerte súbita, hasta en un 40% (40) al mismo tiempo que un incremento asociado de plagiocefalias posteriores no sinostósicas (41-45). El aumento de casos en España llevó a diversos centros españoles a establecer unos protocolos de manejo en distintas comunidades autónomas (46, 47).

Los datos de prevalencia son limitados y dependen del área geográfica pero las mayores estimaciones se refieren al 20-30% de los bebés (48).

La prevalencia media de la preferencia posicional, factor muy vinculado a la PD se sitúa en 8,2% en los Países Bajos y es más alta en los bebés por debajo de 16 semanas (49).

Peitsch y cols. (2002) observaron una incidencia de alrededor del 13% en los neonatos, alcanzando el 56% en los partos múltiples. Los autores afirmaron que el aplastamiento ligero detectado en el nacimiento es un precursor de una PD futura(50).

Sin embargo, en la mayor parte de los casos aparece en los primeros dos meses de vida postnatal (51). Alrededor de la sexta o séptima semana la prevalencia descrita es del 16-22%. Esta se mantiene en el 30% en el tercer mes y baja suavemente al 19,7% en el mes cuarto (43, 52).

Distintos estudios coinciden en que la prevalencia aumenta rápidamente durante los primeros meses de vida (30, 44, 53) y luego disminuye (54, 55).

Ballardini y cols. (2018) en un estudio más reciente encontraron una prevalencia en Italia de 37,8% en bebés de entre 8 y 12 semanas (54). Roby y cols. (2012) observaron una prevalencia estaba en 9,2% a los 8 meses, 6,8% a los 12 meses, entre 2,4 y 3,3% a los 24 meses y alrededor de 1% en adolescentes (56).

Di Rocco y cols. (2019) en otro estudio en Francia con 165 sujetos de edad comprendida entre 1 mes y 18 años, encontraron una prevalencia de un 25%. Los sujetos de hasta un año de edad presentaban un 40,5% de prevalencia y a partir de ahí el porcentaje iba bajando hasta el 12% en el grupo de 13 a 18 años. Este estudio confirma que la plagiocefalia deformacional es más común de lo esperado y que persiste en el tiempo (55).

Mawji y cols. (2013) encontraron una incidencia de un 46,6% en una población de 440 bebés de entre 7 y 12 semanas en Calgary, Alberta (Canadá) (57).

El ratio entre derecha e izquierda es de 2:1 para varios autores (2,52), lo que puede deberse a la posición cervical preferencial hacia la rotación derecha en la mayor parte de los neonatos (58). La cabeza de los bebés se expande lateralmente desde la línea media alrededor de la novena semana de vida. Un exceso de posición asimétrica de la cabeza está asociado a varios factores del nacimiento como una mayor circunferencia craneal, ser primíparo o un bajo APGAR a un 1 min. Para Leung y cols. (2016) la plagiocefalia a las 9 semanas está asociada con la posición asimétrica de la cabeza y la fuerza a las 3 y 6 semanas de vida (52).

Ifflaender y cols. (2013) encontraron una prevalencia de deformidades craneales asimétricas (PD) y simétricas (dolicocefalia) en bebés prematuros de un 38%. El índice craneal (IC) era muy bajo en los muy prematuros (71,4%) y en los prematuros tardíos (77,2%) comparado con los bebés a término (80%) (25).

## 1.4. Factores de riesgo

Aunque la mayoría de los investigadores proponen la posición supina como la principal causa de aplanamiento occipital (41, 59), antes de esta recomendación de la asociación americana de pediatría ya existían casos de aplanamiento (60) y además, una mayoría de los niños que son posicionados en supino no desarrollan aplanamientos significativos. Por tanto, aunque dormir boca arriba parece incrementar la incidencia y la severidad de las deformaciones craneales posteriores (figura 6), es posible que existan otras variables que estén influyendo en la patogénesis (61, 62).

**Figura 6.** Mecanismo de deformación craneal por la combinación de posición preferencial de la cabeza y exceso en decúbito supino. Adaptado de Rogers (2011) (30)



Numerosos factores extrínsecos e intrínsecos pueden afectar antes, durante y después del nacimiento (tabla 1). Además de la posición supina el desarrollo de plagiocefalia está estadísticamente asociado con: la diabetes gestacional (63), el sexo masculino (2, 62), la edad materna (54), la circunferencia de la cabeza (54), la prematuridad (25, 42), la primiparidad (2, 49, 62), la braquiocefalia (2, 63), condicionantes intrauterinos (50), un trabajo de parto prolongado (50), partos múltiples (50), una malposición fetal en el nacimiento (50), el uso de fórceps o ventosa obstétrica (4), la hospitalización prolongada (64), la tortícolis congénita (30, 61), la orientación preferencial de la cabeza (2, 49, 54, 62), el tiempo en prono despierto menor de 3 veces por día (2) y la lenta adquisición de hitos motores (2).

La prematuridad es un factor de riesgo en diversos estudios (2, 23, 25). Willis y cols. (2019) realizaron un seguimiento de las medidas craneales a un grupo de bebés prematuros en una unidad de cuidados intensivos neonatales (UCIN). Encontraron una prevalencia de dolicocefalia de un 82% y una prevalencia de PD de un 35% (65).

Entre todos los estudios, el factor más unido a la plagiocefalia y más conocido por la literatura es la tortícolis congénita (66, 67) y la posición preferencial o limitación de la movilidad de la cabeza (2, 62). Greenberg y cols. (2000) incluso denominaron plagiocefalia ocular a las asimetrías craneales consecutivas a una tortícolis ocular (68). En esta línea, Rogers y cols. (2009) constataron la presencia de limitación de la movilidad cervical activa del bebé en la práctica totalidad de los casos con plagiocefalia estudiados, incluso sin diagnóstico previo de tortícolis congénita (61).

Roberts y cols. (2017) encontraron un riesgo significativo de desarrollar plagiocefalia deformacional contralateral en los primeros 12 meses de vida en bebés con una implantación de un drenaje ventriculoperitoneal (69).

En una revisión sistemática De Bock y cols. (2017), además de algunos de los factores anteriormente descritos recogen el bajo nivel de actividad o la falta de tiempos en prono. Los autores concluyen que la evidencia en cuanto a la etiología de la PD está fragmentada y es heterogénea, además de no haber sido discutida en profundidad por la comunidad científica (62).

Leung y cols. (2017) estudiaron los hábitos de los padres al posicionar a los bebés y el desarrollo de plagiocefalia en bebés a término. Sus conclusiones asocian claramente la posición en la que se deja al bebé con la preferencia de posición de la cabeza y el desarrollo de PD a las 9 semanas. El tiempo de dormir en supino (de una tirada) y el tiempo total en supino (en 24 horas) se asocian al desarrollo de PD. Advierten que la posición preferencial de la cabeza al inicio de la vida es un claro indicador de la necesidad de intervención profesional y de consejo clínico, y debería animarse a los padres a buscar un profesional de atención primaria para una intervención a tiempo (70).

Aarnivala y cols. (2016) en un estudio prospectivo tomando la limitación de la rotación al nacer y una evaluación a los 3, 6 y 12 meses, observaron que la posición preferencial, la limitación en la rotación cervical y el bajo desarrollo motor son los factores de riesgo que se repiten en la mayor parte de los casos. Además, en un análisis de regresión multivariante destacaron que solo la posición preferencial a los 3 meses era clave para el desarrollo de la PD a los 6 y 12 meses. También vieron que la posición preferencial a 3 meses era un marcador de una baja recuperación de la PD a 12 meses. El bajo desarrollo motor fue un factor claro a los 6 meses pero no a los 12 meses (71).

Categoría	Factores
Factores biológicos del bebé	<p>Género masculino</p> <p>Torticolis, limitación de la rotación de cabeza, asimetría de la rotación de cabeza</p> <p>Posición/orientación preferencial de la cabeza</p> <p>Alto peso al nacer</p> <p>Retraso del desarrollo</p> <p>Circunferencia de cabeza</p> <p>Bajo nivel de actividad</p> <p>Valor de APGAR</p> <p>Otros: malformaciones, densidad ósea prenatal, forma de la cabeza al nacer, temperamento, ronquidos, espacios de fluido cerebroespinal anormales, drenaje ventriculoperitoneal, inclinación de cabeza, deformación lateral en la sindrosis esfenobasilar, patrón de movimiento occipito-atlas, movimientos asimétricos del tronco, braquicefalia, gemelo con plagiocefalia</p>

Factores obstétricos	<p>Orden del nacimiento</p> <p>Tipo de parto: fórceps, ventosa o asistido</p> <p>Prematuridad</p> <p>Inmovilidad craneal/posición intrauterina</p> <p>Baja edad gestacional</p> <p>Parto múltiple</p> <p>Embarazos múltiples</p> <p>Otros: daño en el parto, oligoamnios, estación del año, otros factores obstétricos, hospitalización prolongada</p>
Prácticas de cuidado, estilo de vida de madre/cuidadores	<p>Posición supina para dormir</p> <p>Poco tiempo en prono</p> <p>Patrones de nutrición (biberón-posición durante nutrición)</p> <p>Uso de asientos, carritos</p> <p>Fumadores</p> <p>Otros: forma de sostener, chupete, tipo de colchón, uso de almohada, consejos recibidos sobre plagiocefalia, cafeína, consumo de alcohol, clases preparación parto, medicaciones, toma de vitamina D</p>
Factores sociodemográficos	<p>Baja edad de los padres</p> <p>Bajo nivel educativo</p> <p>Otros: estado civil de la madre, etnia,</p>

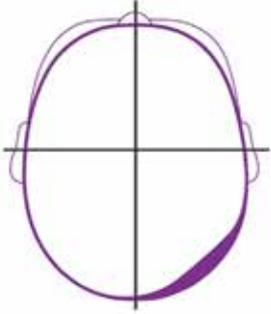
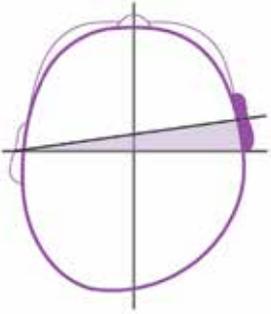
**Tabla 1.** Descriptiva de los riesgos potenciales a partir de 22 estudios empíricos revisados, adaptada de De Bock y cols. (2017).

## 1.5. Grado de severidad de la plagiocefalia deformacional

Existen diferentes grados de severidad para la plagiocefalia deformacional que dependen del sistema de medición que se utilice para la asimetría craneal (72).

Argenta (2004) propuso un sistema para clasificar la plagiocefalia y la braquiocefalia exclusivamente por su aspecto visual (73). La clasificación de Argenta ha sido utilizada por su simplicidad (57) y presenta 5 tipos de PD según la severidad de la deformación (tablas 2-4). Esta clasificación presenta además 3 tipos de braquiocefalia según su severidad (tabla 5).

Branch y cols. (2014) en un estudio retrospectivo con 4483 sujetos, mostraron que la clasificación de Argenta es fiable, puede ser utilizada tanto por clínicos como por la familia y permitiría predecir la forma más adecuada de tratamiento y su duración (74).

Tipo	Características	Aspecto visual
Tipo I	<p>La asimetría se limita a la parte posterior de la cabeza.</p> <p>No hay asimetría en las orejas medidas desde nariz a oreja.</p> <p>La frente está recta, la cara es simétrica.</p> <p>No hay prominencias o elongación vertical del cráneo.</p> <p>En niños mayores que comienzan a desarrollar los procesos mastoideos, la asimetría se puede extender más lateralmente.</p> <p>Es la forma menor de PD.</p>	
Tipo II	<p>Hay grados variables de asimetría posterior.</p> <p>Suficiente para afectar a la base craneal y permitir un desplazamiento de las orejas en el lado afectado, hacia delante, hacia abajo o en las dos direcciones.</p> <p>Se puede observar desde arriba y cuando se observa al bebé desde delante o atrás, pero es más obvia desde una visión superior.</p> <p>La parte anterior no está afectada y la frente es simétrica.</p> <p>Este tipo refleja una forma más severa de PD afectando a la base craneal y la fosa temporal.</p>	

**Tabla 2.** Clasificación visual de la plagiocefalia deformacional según Argenta (2004)(73). Tipos I y II.

Tipo	Características	Aspecto visual
Tipo III	<p>Incluye la triada de asimetría posterior, malposición de la oreja ipsilateral y protrusión del hueso frontal ipsilateral.</p> <p>Este grado de asimetría completa la forma de paralelogramo de la cabeza característica.</p> <p>La cara es simétrica. Se observa mejor desde arriba y desde una visión anterior del niño.</p>	
Tipo IV	<p>Afecta a la deformidad de la parte posterior de la cabeza, malposición de la oreja ipsilateral, asimetría del frontal ipsilateral, y asimetría de la cara ipsilateral.</p> <p>La asimetría facial es el resultado del exceso de tejido graso y menos frecuentemente hiperplasia del área de la zygoma ipsilateral.</p> <p>Puede haber asimetrías visibles en la cantidad de grasa sobre el malar y la barbilla.</p> <p>Refleja la naturaleza progresiva de la asimetría craneal evolucionando anteriormente para afectar a la cara.</p> <p>En muchos casos, la asimetría facial es de tejido blando, aunque en algunos casos severos, algunos huesos también la pueden presentar.</p>	

**Tabla 3.** Clasificación visual de la plagiocefalia deformacional según Argenta (2004)(73). Tipos III y IV.

Tipo	Características	Aspecto visual
Tipo V	<p>En estos pacientes hay deformidad de la parte posterior de la cabeza, malposición de las orejas, asimetría de la frente y asimetría de la cara.</p> <p>Además, se muestra una afectación por presión al cerebro en crecimiento.</p> <p>Presenta prominencias temporales o un crecimiento vertical anormal de la parte posterior del cráneo, como resultado de la constricción craneal hasta el punto de que el cerebro erosiona y deforma el cráneo.</p> <p>Las prominencias son más obvias mediante tomografía computerizada pero pueden ser apreciadas clínicamente desde distintos puntos de vista.</p>	

**Tabla 4.** Clasificación visual de la plagiocefalia deformacional según Argenta (2004) (73). Tipo V.

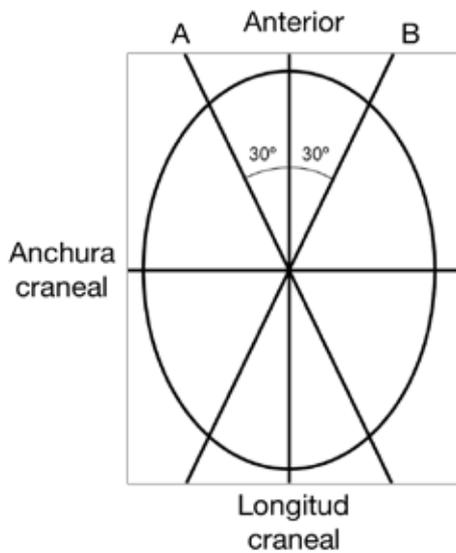
Tipo	Características	Aspecto visual
Tipo I	<p>En este grupo hay una depresión del cráneo en su parte posterior, en la confluencia de la sutura lambda con la sutura sagital.</p> <p>La posición de las orejas, frente y cara es por otro lado normal.</p>	
Tipo II	<p>Es una forma más severa de deformación central.</p> <p>Hay una depresión central en la parte posterior de la cabeza.</p> <p>Además, el cráneo ha comenzado a ensancharse en la mitad posterior conforme el cerebro trata de descomprimirse.</p> <p>Este ensanchamiento acentúa la superficie aplanada posterior.</p>	
Tipo III	<p>Es la forma más severa de braquiocefalia.</p> <p>No sólo hay aplanamiento y ensanchamiento de la parte posterior de la cabeza sino una descompresión del cerebro con un crecimiento vertical de la parte posterior de la cabeza y prominencias temporales.</p>	

**Tabla 5.** Clasificación visual de la braquiocefalia según Argenta (2004) (73).

Los sistemas de medición más utilizados y que muestran fiabilidad son la plagiocfalometría (20, 75-77), las imágenes fotométricas tridimensionales (78), el escáner laser (79) y las medidas antropométricas mediante calibre (80, 81).

La plagiocfalometría (PCM) es un instrumento fiable y validado para medir la forma del cráneo (75, 76, 82). La PCM mide la relación entre la forma transversal del cráneo y la posición de ambas orejas y de la nariz, y por tanto la localización y cantidad de los aplanamientos de el cráneo. Este sistema de medición utiliza una flexicurva semirígida que se adapta a la cabeza del bebé moldeando su forma (77) para después superponer la forma a un papel. Sobre el dibujo del contorno de la cabeza se calculan unos diámetros diagonales simétricos respecto a un plano sagital.

La PCM valora la gravedad de la PD por el índice de diferencia entre diámetros oblicuos (IDDO; ODDI en inglés) (figura 7). Este índice se calcula dividiendo la diagonal larga por la corta y multiplicando por 100 (76, 83). Los grados de severidad se recogen en la tabla 6.



**Figura 7.** Esquema de las medidas antropométricas longitud, anchura y diagonales a partir de un dibujo bidimensional. Loveday y de Chalain (2001) (20).

Severidad	Valor de IDDO
Baja	<104 %
Media	104-107%
Moderada	108-111%
Severa	>112%

**Tabla 6.** Escala de severidad de la plagiocefalia deformacional según el IDDO (84).

El escáner laser parece ser más usado para medidas dirigidas a la realización de un moldeado para una ortesis de tipo casco. Esta tecnología provee una valoración tridimensional rápida de la forma de la cabeza y no expone al niño a radiación. Por el excesivo coste, se emplea únicamente en lugares con una cantidad grande de pacientes (72).

Las imágenes fotométricas tridimensionales son un sistema no invasivo e independiente del examinador para objetivar la forma craneal (85-88). Las imágenes tridimensionales permiten una valoración cuantitativa del tejido blando y sus referencias faciales. En contraposición tienen el inconveniente del elevado coste de la cámara y del software necesario. Además son utilizadas más en la evaluación de la cara que puramente en las deformaciones craneales (72).

También se han empleado fotografías bidimensionales para la evaluación de la plagiocefalia con una buena fiabilidad interexaminador (89, 90).

Las medidas antropométricas con calibre son una herramienta fiable para el diagnóstico y la toma de decisiones en la plagiocefalia (80,91), y han sido utilizadas en numerosos estudios (91-93). Es un método fácil, efectivo, de bajo coste y reproducible. Este sistema de medida parece ser el más utilizado por la Sociedad Americana de Cirugía Maxilofacial (72). Para ello los examinadores y asistentes han de estar bien entrenados.

Con las medidas craneométricas, específicamente con los diámetros diagonales es posible calcular el índice de Asimetría de la Bóveda Craneal (IABC; CVAI en inglés). La diferencia entre estos diámetros diagonales y los calculados con la plagiocefalometría es que los diámetros tomados con calibre responden a dimensiones antropométricas reales mientras que los calculados por PCM se basan en un ángulo sobre el plano sagital (figura 7). En medidas tomadas mediante fotografías 3D también se toman las diagonales con un ángulo de 30º con respecto al plano sagital (94) y se puede con ellas calcular igualmente la asimetría (95).

El cálculo del IABC fue descrito por Loveday y de Chalain (2001) (20) y sigue siendo utilizado en diversos estudios (81, 86, 96, 97).

Nivel	Presentaciones clínicas	Recomendaciones*	IABC
1	Cualquier simetría dentro de los límites normales	No requiere tratamiento	< 3.5%
2	Mínima asimetría en alguno de los cuadrantes posteriores Sin cambios secundarios	Programa de reposicionamiento	3.5 a 6.25%
3	Dos cuadrantes involucrados Moderado o severo aplanamiento de un cuadrante posterior Leve desplazamiento de la oreja y/o compromiso anterior	Tratamiento conservador: Reposicionamiento Ortesis de remodelación craneal (dependiendo de la edad e historial)	6.25 a 8.75%
4	Dos o tres cuadrantes involucrados Un aplanamiento posterior severo Moderado desplazamiento de la oreja Compromiso anterior incluyendo asimetría en las órbitas oculares	Tratamiento conservador: Ortesis de remodelación craneal	8.75 a 11.0%
5	Tres o cuatro cuadrantes involucrados Severo aplanamiento posterior Severo desplazamiento de la oreja Compromiso anterior incluyendo asimetría en las órbitas oculares y pómulos	Tratamiento conservador: Ortesis de remodelación craneal	> 11.0%

**Tabla 7.** Escala de gravedad de la plagiocefalia según el Children's Healthcare de Atlanta, 2015 (93). IABC (Índice de Asimetría de la Bóveda Craneal).

Wilbrand y cols. (2012) establecieron unos percentiles en base a un estudio con más de 400 niños y analizando una base de datos de más de 2500 niños. Para ellos los bebés pueden definirse en 3 categorías: niños con plagiocefalia posicional únicamente, niños con braquiocefalia posicional únicamente y niños con una combinación de plagiocefalia y braquiocefalia. Además establecieron una clasificación por gravedad (ligera, moderada o severa) para cada grupo de acuerdo a la edad y sexo, según los percentiles de 3-7% ligera, 7-12% moderada y >12% severa (91).

El Children's Healthcare of Atlanta en 2015, también propuso un grado de gravedad por niveles del 1 al 5 para la plagiocefalia según una escala de percentiles del IABC (93) (tabla 7).

## 1.2. Consecuencias y evolución a medio-largo plazo

Diversos estudios reportan que la PD no mejora espontáneamente (49, 98, 99) y que las deformidades craneofaciales, así como la asimetría de la cara o la posición de las orejas, que resulta de ella, se vuelven permanentes (55, 97, 100).

Hutchison y cols. (2011) compararon las medidas craneométricas y la percepción de los padres sobre la forma de la cabeza y el desarrollo con un seguimiento a 3 y 4 años, en una muestra de 129 niños con una media de edad de 4 años diagnosticados de bebés de PD y BC. Apreciaron que el 61% de las medidas revirtieron a un rango normal, mientras que el 4% se mantuvo en una deformación severa a los 4 años. La BC mejoró más que la PD. 135 tuvieron una mejora pobre, y la concienciación de los padres disminuyó de un 85% a un 13%. El porcentaje de niños que tenían retraso en el desarrollo de bebés pasó de un 41% a un 11%, lo que se considera normal en una población típica (101).

Collet y cols. (2018) observaron la evolución de la forma del cráneo con medidas 3D de 235 bebés con y sin PD. Tomaron medidas a los 7, 18 y 36 meses. Sus resultados muestran que en general la cabeza se vuelve más redondeada y simétrica tanto en PD como en niños sanos. Sin embargo, los niños con PD continúan mostrando una mayor deformación y asimetría a los 36 meses en el 85,6% de los casos. Aunque muchos de estos niños fueron tratados con “medidas conservadoras” o fisioterapia, en general seguían mostrando diferencias con respecto a los controles en las medidas (102). Estos datos confirman los datos de un estudio anterior (103).

Sin embargo, no coinciden con resultados anteriores como el de Hutchison y cols. (2011) en el que encontraron en un seguimiento de PD que el 60% de los niños volvían a un rango normal de medidas craneales (bajo límite clínico) a los 3-4 años de edad (101). Tampoco coinciden con el estudio de Steinberg y cols. (2015) en el que se observaba una mejoría en el 89% de los niños a los 18 meses una vez tratados con control posicional (104).

Vlimmeren et cols. (2017) observaron que la mayor parte de los bebés con plagiocefalia evolucionan positivamente especialmente cuando el grado de deformidad no es grande y no existe una fuerte posición preferencial a las 7 semanas. En el caso de que exista posición preferencial se puede prever una mejoría entre los 2 y los 5 años de edad (84).

Diversos estudios muestran que los bebés con plagiocefalia tienen más probabilidad de presentar compensaciones posturales (105, 106), alteraciones de flexibilidad muscular y equilibrio (107), disfunciones visuales y oftálmicas (108-110), disfunciones temporomandibulares (111-114), asimetrías mandibulares (114, 115), alteraciones en la primera oclusión (111, 116), alteraciones del neurodesarrollo (117-125), peores resultados cognitivos y académicos (126, 127), deficiencia en la adquisición del lenguaje (128), y problemas estéticos (98, 108).

### 1.6.1. Alteraciones visuales

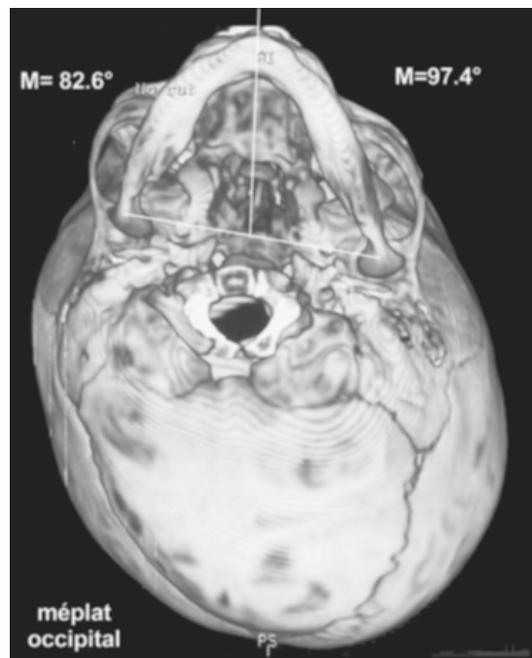
Song y cols. (2016) estudiaron la presencia de alteraciones visuales en pacientes con plagiocefalia deformacional que afectaba a la parte anterior. En un estudio sobre 16

sujetos encontraron disfunciones en la función del oblicuo mayor en un tercio de los pacientes con avance fronto-orbital bilateral y en la mitad de los pacientes con avance fronto-orbital unilateral. También apreciaron un grado significativo de astigmatismo en el lado contralateral a la plagiocefalia. En particular, los sujetos con versiones/ducciones anormales mostraron un astigmatismo mayor en el lado contralateral(129).

### 1.6.2. Asimetrías mandibulares y mala oclusión

Kluba y cols. (2016) encontraron más alteraciones ortodónticas en un grupo de niños con plagiocefalia comparado con otro sin plagiocefalia. Hallaron especialmente más frecuencia de maloclusiones de clase II, contactos borde con borde y desviaciones de la línea media. En las asimetrías el 69% era hacia el lado contralateral a la zona aplanada. Las diferencias no fueron significativas pero abren un área por investigar más en detalle (111).

Baumler y cols. (2007) han mostrado como en las PD no solo existe una asimetría en la posición mandibular sino que se presenta también una deformación asimétrica intrínseca en el mismo hueso mandibular que es más clara cuanto más afectado está el occipital en la plagiocefalia (figura 8). En las plagiocefalias más frontales no se observa el mismo grado de alteración mandibular. Los autores recomiendan una vigilancia ortodóntica en los niños con PD (115).



**Figura 8.** Vista inferior del cráneo mostrando la asimetría tanto posicional como ósea. En el 68,5% de las PD la hemimandíbula contralateral compensa la posición más posterior del cóndilo mandibular para centrar el mentón (115).

Lee y cols. (2008) en un estudio de seguimiento de 5 años sobre 28 bebés tratados con casco observaron una desviación de la barbilla en un 67,9% de los sujetos. Todas las desviaciones eran hacia el lado no afectado por el aplanamiento posterior. Encontraron desviaciones de la línea media dental en el 70,4% de los pacientes que no eran necesariamente los mismos que presentaban la desviación de la barbilla. En la mayoría de los sujetos la línea media dental estaba desviada hacia el lado no afectado. El 17,9% presentaba mordida cruzada posterior (116).

### 1.6.3. Aspectos estéticos y psico-sociales

La alteración en la forma de la cabeza puede venir acompañada de una afectación de la apariencia facial por el desplazamiento secundario de la oreja y las deformaciones mandibulares y maxilares (114, 115). Incluso en ausencia de diferencias faciales obvias, el atractivo de los niños puede estar comprometido por la PD. Una de las preocupaciones que más frecuentemente refieren los padres a propósito de la PD es la apariencia estética y la posibilidad de que el niño o la niña se sientan avergonzados o estigmatizados socialmente por su condición. A veces este aspecto es la primera motivación para buscar ayuda (124).

Estudios en niños normales han mostrada claramente que el “atractivo” facial tiene un impacto significativo en la percepción y comportamiento de los cuidadores adultos (130-132), en la interrelación con los pares (133-136) y en la percepción de los padres de competencia y aptitud (137, 138). Estos hallazgos sugieren que la PD puede afectar a la apariencia estética del niño y conllevar efectos indeterminados en las respuestas sociales y en su desarrollo psicoemocional (124).

Un estudio de St John y cols. (2003) mostró además que las anomalías craneofaciales en niños pueden estar ligadas a un mayor número de divorcios entre los progenitores, aunque su estudio estaba más ligado a alteraciones más severas como la craneosinostosis. En sus resultados muestran también que un 47% los progenitores que no se divorcian aumentan la fuerza de su relación (139).

#### **1.6.4. Alteraciones cognitivas, escolares y del lenguaje**

Hasta hace pocos años no estaba claro que la PD estuviera en relación con un riesgo para la función cognitiva a pesar de la gran correlación con el retraso en el desarrollo (120, 124). Korpilahti y cols (2012) en un estudio con 61 niños de una media de 3,4 años que tuvieron craneosinostosis y PD, encontraron en un 21% de los sujetos desórdenes en las habilidades de lenguaje, y en un 30% ligeros problemas de desarrollo. La prevalencia de desórdenes graves del lenguaje era tres veces mayor que en la población normal. Los problemas afectaban especialmente al lenguaje receptivo y a las habilidades motoras orales (128). En un trabajo posterior Wermke y cols. (2017) no encontraron diferencias significativas en el desarrollo del lenguaje a los 12 meses entre los bebés con simetría en la forma craneal y los bebés con PD (140).

Collett y cols. (2018) en un estudio posterior con una población de hasta 3 años apreciaron una asociación entre las habilidades motoras y la cognición y el lenguaje, especialmente en los bebés con PD a los 18 meses, significativamente mayor que en los controles. Para ello utilizaron las escalas Bayley. Para los autores el déficit en el desarrollo que presentan los bebés con PD debe promover esfuerzos de intervención y prevención para mejorar el posterior neurodesarrollo (141).

De nuevo Collet y cols. (2019) mostraron como los niños en edad escolar que en el pasado mostraron moderada o severa PD, puntuaron menos que los controles en la mayor parte de las escalas de los tests Differential Ability Scales, Second Edition y Wechsler Individual Achievement Test, Third Edition. Por ello, los autores recomiendan evaluaciones del desarrollo para estos niños, seguimiento e intervención (126).

Sin duda la identificación precoz de los bebés en riesgo ofrece las mejores oportunidades para prevenir el aplanamiento deformacional y sus consecuencias morfológicas, funcionales y psico-sociales (142).

## 1.7. Plagiocefalia y neurodesarrollo

Son numerosos los estudios que han demostrado que a la plagiocefalia deformacional se encuentran asociados retrasos tanto motores como cognitivos (117, 118, 120, 123, 124, 126, 141, 143). La falta de asociación que apreció Fontana y colaboradores (2016) de la gravedad de la plagiocefalia y el neurodesarrollo puede deberse tanto al tipo de escala como a la población pequeña que se utilizó (92).

El momento en el que el retraso de desarrollo comienza, todavía no se conoce y se constata con más claridad dentro del primer año de vida. Algún estudio muestra como los niños con PD no han sido capaces de alcanzar a sus pares normocefálicos en la adolescencia (143). A pesar de esta asociación no ha sido posible establecer una relación causa-consecuencia (10).

Martiniuk y cols. (2017) en una revisión sistemática sugieren que la plagiocefalia es un marcador de elevado riesgo de retraso del desarrollo, por lo que proponen que los clínicos vigilen muy de cerca el desarrollo de los bebés con PD (144).

En la craneosinostosis (CS) de tipo sindrómico está bien descrita la asociación con retraso neurológico y aunque también se ha visto la correlación en CS no sindrómica, se encuentra de forma menos común (10, 145)

Cuando la PD está asociada a torticolis la afectación del desarrollo es significativamente mayor especialmente en habilidades motoras como gatear o caminar (146).

Tras la recomendación de la Academia Americana de Pediatría para dormir en una posición supina (39) se constató una disminución del número de muertes súbitas pero un aumento de la plagiocefalia posicional ya en los primeros estudios, 4 años después de la entrada de esta nueva recomendación (41). Por otro lado, se ha constatado que los bebés que duermen boca abajo adquieren sus hitos de desarrollo más rápido que los que duermen boca arriba. Había una diferencia significativa en el momento de voltear de prono a supino, en la sedestación oblicua, en el arrastre o el gateo aunque todos alcanzaban igualmente sus hitos motores en el tiempo que se considera normal (147).

Dormir boca arriba también lleva a más despertares y variabilidad en ritmo cardiaco en bebés prematuros(148). Se han descrito una gran variabilidad de problemas asociados con esta campaña de "Back to sleep" (149).

Siatkowski et cols. (2005) apreciaron la constricción de uno o de los dos hemisferios cerebrales en sujetos con PD lo que puede afectar al desarrollo motor, aunque los datos eran independientes de la lateralidad de la alteración (109).

Fontana y cols. (2016) observaron retraso en el desarrollo en los aspectos motores y de lenguaje pero no en los cognitivos (92) aunque el grado de deformidad no puede usarse para predecir el grado de retraso en neurodesarrollo. Wermke et cols. (2017) por su parte no encontraron una gran conexión entre plagiocefalia y control vocal en bebés de 6 meses de edad (140).

Speltz y cols. (2010) en un estudio con 235 niños con y 237 sin PD, con una media de edad de 6 meses apreciaron diferencias significativas en todas las escalas, pero

especialmente en las escalas motoras gruesas, aunque también se observaron en el desarrollo motor fino, lenguaje y cognitivo. En los niños con PD no hubo correlación entre el rendimiento y la presencia de tortícolis (123).

Collet y cols. (2013) en un estudio con 215 niños con PD y 224 sin, con una media de edad de 36 meses, aplicaron una escala Bayley Scales of Infant and Toddler Development Third Edition (BSID-III). Los niños con PD puntuaron menos que los controles en todas las escalas. Las mayores diferencias fueron en lenguaje y desarrollo cognitivo. Las menores fueron en desarrollo motor. Los niños con PD también puntuaron menos que los controles en lenguaje receptivo, lenguaje expresivo y motor fino (120).

Collet y cols. (2012) encontraron asociaciones entre las medidas de la forma cerebral y los resultados en neurodesarrollo. Estos hallazgos son consistentes con estudios previos que mostraban el tamaño y la forma del cuerpo calloso diferentes respecto a otros grupos de niños atípicos (p.e. con exposición prenatal al alcohol y dislexia). Sin embargo, en el estudio de Collet y cols. se observan diferencias de forma secundaria a la deformación craneal y no a un daño inicial en el sistema nervioso. Para los autores es posible que la deformación del cuerpo calloso y otras estructuras cerebrales tenga un efecto adverso sobre la función, incluso en ausencia de malformación (p.ej. la compresión del cuerpo calloso y del cerebelo pueden dar lugar a peores habilidades motoras o cognitivas). También es posible que los retrasos en el desarrollo temprano predispongan a asimetrías craneales y cerebrales (150).

Collet y cols. (2019) en un estudio sobre 336 niños en edad escolar confirmaron resultados anteriores al encontrar un resultado inferior de los niños con historial de PD en las Differential Ability Scales, Second Edition y el Wechsler Individual Achievement Test, Third Edition, respecto a los controles. Los resultados afectaron a medidas cognitivas y académicas. Los resultados fueron mejores en los niños con plagiocefalia pequeña. Los autores proponen evaluaciones sistemáticas del desarrollo e intervención en los niños con PD, especialmente con deformaciones severas (126, 151).

Los estudios precedentes indican una asociación entre la PD y el neurodesarrollo. Sin embargo, en ningún caso se pueden establecer relaciones causales entre la deformidad craneal y el neurodesarrollo. Determinar la causalidad es siempre problemático en los estudios observacionales. En cualquier caso la PD podría ser un marcador de vulnerabilidad en el desarrollo (126, 152).

La afectación del desarrollo vinculada a la PD parece afectar más a aspectos motores en los bebés y evolucionar hacia aspectos más cognitivos conforme los niños maduran (126). La influencia del desarrollo motor en las funciones cognitivas ha sido recogida en diversos estudios (153, 154).

Esta relación puede debatirse en base a tres vías principales de razonamiento o hipótesis (124):

- a. “Las fuerzas externas” llevan a la deformación del cráneo y por tanto, a la deformación del cerebro. Como se supuso en algunos estudios tempranos sobre cranosinostosis y formas anormales del cráneo, estas anomalías estructurales podrían llevar a retrasos del desarrollo medibles. En esta línea de razonamiento los problemas de desarrollo estarían relacionadas directamente con la PD. Los

estudios de neuroimagen que muestran anomalías corticales y subcorticales en caso de CS son relevantes para esta vía. Por ejemplo, Aldridge y cols. (2002) encontraron diferencias en la morfología subcortical entre niños con y sin sinostosis coronal, que está caracterizada por una forma de plagiocefalia en la cabeza. Específicamente, el ventrículo anterolateral del lado afectado estaba desplazado hacia la línea media y el cuerpo calloso anterior comprimido (155). Collet y cols. (2012) apreciaron también cambios en la forma del cuerpo calloso y del cerebelo en bebés con PD (150).

- b. Las limitaciones de posición llevan tanto a PD como a déficits motores. Las limitaciones ambientales postnatales (a menudo impuestas por los cuidadores) podrían producir independientemente PD y retrasos motores. Por ejemplo, el sobreesfuerzo de asientos de coche o capazos, o posiciones para dormir siempre del mismo lado podrían alterar la forma de la cabeza y las oportunidades para el desarrollo motor. Dada la gran relación entre el desarrollo de la cognición y de las habilidades motoras en la infancia temprana, estas limitaciones en la movilidad podrían llevar a déficits en el desarrollo de funciones cognitivas guiadas por lo motor (156). En esta vía, la PD no se observa como factor causal del desarrollo. En apoyo de esta hipótesis, diversos estudios han mostrado que la posición para dormir y animar al tiempo despierto en prono están relacionados de una forma muy directa con el desarrollo motor del bebé (147, 157-159).
- c. La patología del Sistema Nervioso Central (SNC) lleva a la PD. En esta línea de razonamiento, la patología del SNC sería un factor causal llevando a déficits neuromusculares específicos en la movilidad del bebé y en su preferencia para una posición estática específica. Las limitaciones en la movilidad y el posicionamiento aumentarían el riesgo de PD. Aunque los aspectos ambientales contribuyen a la deformación craneal, en esta vía no se contemplaría su papel en el desarrollo. De una forma más específica, el retraso cognitivo resultaría directamente de la patología previa del SNC o de forma indirecta del déficit en el desarrollo motor. Esta idea se apoya en estudios que muestran que el SNC puede influir en la forma del cráneo por sus conexiones físicas con la duramadre o por su desarrollo (155, 160, 161).

## 1.8. Recuerdo anatómico del cráneo del bebé

El cráneo es el conjunto de huesos de la cabeza. Contiene y protege el cerebro, los órganos de los sentidos especiales y las partes craneales de los sistemas digestivo y respiratorio, y provee anclajes para muchos de los músculos de la cabeza y del cuello.

Comparado con los grandes simios, el cerebro de los seres humanos modernos se presenta único en términos de tamaño, estructura, crecimiento y desarrollo. En el momento del nacimiento es similar en tamaño al de un gran simio adulto (de 400 a 430 cm<sup>3</sup>) (162).

El cráneo puede ser subdividido en dos regiones. La bóveda craneal o neurocráneo engloba el cerebro, las meninges craneales y el líquido cerebroespinal, mientras que el esqueleto facial o viscerocráneo cuelga literalmente de la parte frontal del neurocráneo y alberga los órganos de los sentidos especiales (163).

El neurocráneo puede a su vez ser dividido en otras dos regiones. La base, sobre la que se apoya el cerebro, está formada por osificación endocondral mientras que la bóveda (o calvaria) está formada por huesos membranosos que evolucionaron desde las placas dermales de protección de los primeros peces sin mandíbula. En la base, los precursores cartilagosos de los huesos endocondrales se forman alrededor de los preexistentes nervios craneales y vasos sanguíneos. En la bóveda, por su parte, no hay canales de comunicación del cerebro a través o entre los huesos membranosos (8).

El cráneo es la estructura ósea más compleja del cuerpo, el cráneo del joven adulto está compuesto por una media de 28 huesos separados, muchos de ellos pares, aunque algunos en la línea media son impares. En el bebé el número es mucho mayor ya que muchos huesos tienen partes separadas al nacer (163).

La anatomía craneal es el resultado de una red funcional y estructural formada por áreas de crecimiento determinadas genéticamente, interacciones biomecánicas y de desarrollo, y limitaciones físicas; todo ello en términos de morfogénesis y evolución tanto filogenética como ontogenética (164).

El cráneo del recién nacido tiene una forma pentagonal y parece aplanado de arriba abajo, como aplastado por el cráneo cerebral (figuras 9 y 10). De perfil la cara es casi recta. El volumen es de 350 a 370 cm<sup>3</sup> (165).

El cráneo al nacer es ancho en proporción a otras partes esqueléticas; la región facial es relativamente pequeña y constituye solo alrededor de un octavo del cráneo neonatal, comparado con el cráneo del adulto en el que será la mitad del volumen. La pequeñez de la cara al nacer se debe en gran parte al poco desarrollo de la mandíbula y de los maxilares porque los dientes no han salido. La nariz recae casi por entero entre las órbitas y el borde inferior de la apertura nasal esta solo ligeramente inferior a los suelos orbitales.

El amplio tamaño de la calvaria, especialmente el neurocráneo, refleja una maduración cerebral precoz. Las tuberosidades frontales y parietales son prominentes en una visión frontal, la mayor anchura se sitúa entre las tuberosidades parietales. La glabella, arcos supraciliares y procesos mastoideos no están desarrollados y la base craneal es relativamente corta y estrecha.

La osificación es incompleta y muchos huesos están aún, en varias partes, unidos por tejido fibroso o cartílago.

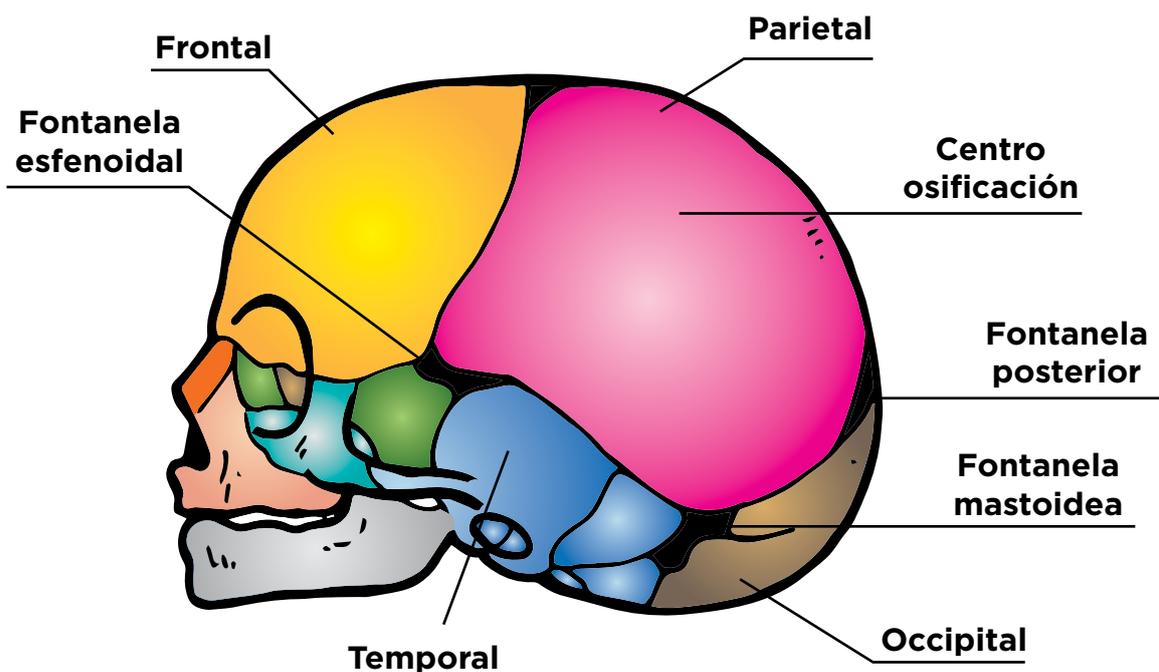
La membrana fibrosa que forma la bóveda craneal antes de la osificación está sin osificar en los ángulos de los huesos parietales, produciendo 6 fontanelas: dos mediales (anterior y posterior) y dos pares laterales (esfenoidal/anterolateral y mastoideo/posterolateral). La fontanela anterior es la mayor y mide aproximadamente 4 cm en anteroposterior y 2,5 cm en su dimensión transversal. Esta ocupa la unión entre las suturas sagital y coronal y es por tanto triangular. La esfenoidal y mastoidea son pequeñas, irregulares y aparecen en los ángulos esfenoidal y mastoideo de los huesos parietales respectivamente.

Al nacer las órbitas aparecen relativamente grandes. Los dientes, por desarrollar, están generalmente contenidos dentro de las criptas alveolares, aunque la erupción de los dientes incisivos puede ocurrir antes, o justo después del nacimiento.

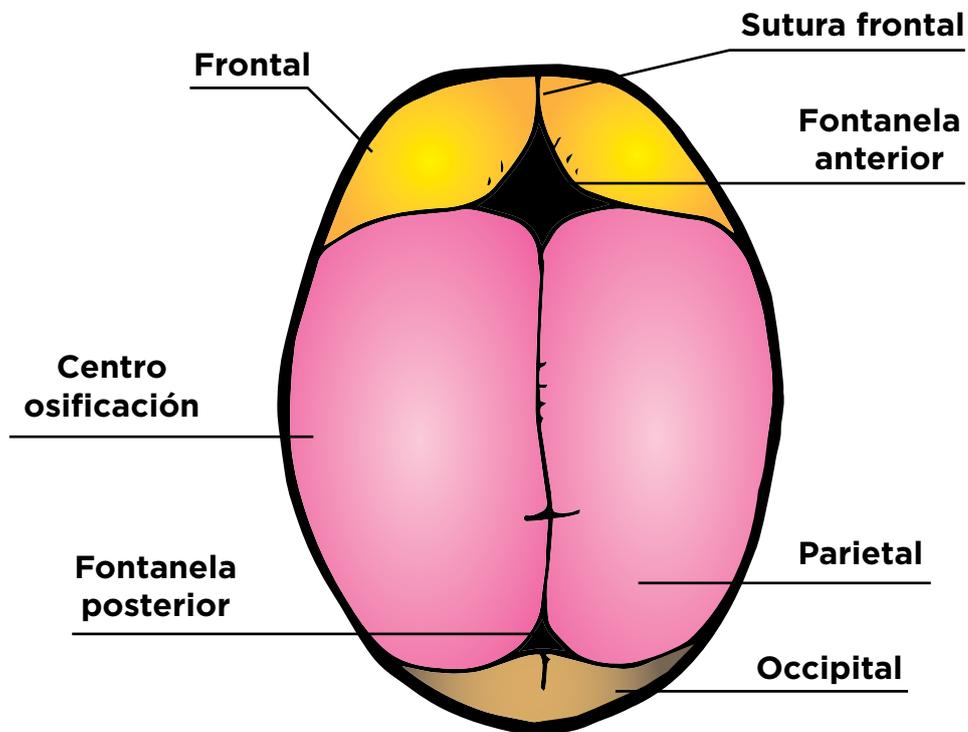
Los huesos temporales difieren mucho de la forma en el adulto. El oído interno, cavidad timpánica, huesecillos auditivos y antrum mastoideo son proporcionalmente parecidos a los del adulto en tamaño. El plato timpánico es un anillo incompleto que suele empezar a fusionar con la parte escamosa, y el proceso mastoideo está ausente.

Durante el nacimiento el cráneo se modela por compresión lenta. Esa parte del cráneo que es más central, en el canal del parto está, a menudo, edematosa como resultado de la interferencia en las venas de retorno y se le llama caput succedaneum. Las fontanelas y aperturas y la anchura de las suturas permiten a los huesos de la bóveda sobreponerse.

El cráneo está comprimido en un plano con una elongación ortogonal compensatoria. Estos efectos desaparecen en la primera semana después del nacimiento.



**Figura 9.** Vista lateral del cráneo de un neonato.



**Figura 10.** Vista superior del cráneo de un neonato.

Para comprender cómo la bóveda craneal puede mantener su estabilidad sin disponer de los cierres suturales y sin afectar a la fuerza expansiva de un cerebro en expansión se ha desarrollado un modelo de tensegridad (166).

### **Suturas y fontanelas**

El crecimiento del hueso intramembranoso se consigue a través de la formación de hueso dentro del periostio y por la formación de hueso en las suturas. Las suturas se forman durante el desarrollo embriológico en los lugares de aproximación de los huesos membranosos del esqueleto craneofacial. Sirven como un lugar principal de expansión de hueso durante el crecimiento craneofacial.

Para que las suturas puedan funcionar como lugares de crecimiento óseo, necesitan permanecer en un estado de no osificación y así permitir al hueso nuevo formarse en los bordes de los frentes coincidentes.

Las suturas no poseen un potencial de crecimiento intrínseco, al contrario que las placas endocondrales. En realidad, ellas producen hueso en respuesta a estímulos externos, como las señales que aparecen desde el neurocráneo en expansión (167).

Las fontanelas son una característica regular del desarrollo del bebé en la que más de dos segmentos de hueso permanecen separados, dejando un área de membrana fibrosa que actúa para acomodarse al crecimiento del cerebro sin la compresión del cráneo. La fontanela anterior, localizada entre los huesos frontales y parietales sirve como un instrumento anatómico de diagnóstico en la evaluación de las alteraciones del cráneo y el cerebro, además de permitir el acceso al cerebro y a los ventrículos del bebé. A través de la observación de su forma, tamaño, palpación puede convertirse en una variable de valor clínico (168).

## **Periostio**

El periostio es una capa de tejido conjuntivo fibroso que rodea la superficie cortical exterior del hueso, excepto en las articulaciones donde existe el cartílago articular, que contiene vasos sanguíneos, fibras nerviosas, y osteoblastos y osteoclastos. El periostio está fuertemente fijado a la superficie exterior cortical del hueso por fibras de colágeno gruesas, llamadas fibras de Sharpey, que se extienden hacia el hueso. El endostio es una estructura membranosa que cubre la superficie interior del hueso cortical, el hueso trabecular y los canales de vasos sanguíneos (canales de Volkman) presentes en el hueso. El endostio está en contacto con el espacio medular óseo, hueso trabecular y canales de los vasos sanguíneos y contiene vasos sanguíneos, osteoblastos y osteoclastos (169).

## 1.9. Fisiología del crecimiento del cráneo

### 1.9.1. Crecimiento de la bóveda craneal

El cráneo está compuesto de muchos huesos conectados por su periferia y por estructuras de tejido blando conocidas como suturas, lo que permite su crecimiento y expansión (8). Estas suturas son lugares importantes de deposición de hueso nuevo durante el desarrollo del cráneo y su crecimiento. Está ampliamente aceptado que diferentes factores genéticos y epigenéticos regulan la formación del hueso en las suturas. Uno de los factores clave que dirige el crecimiento del cráneo es la rápida expansión del cerebro (170). Además del desarrollo del cerebro, la morfología del cráneo está asociada con la orientación facial y los cambios evolutivos como la bipedestación y la postura erecta (171).

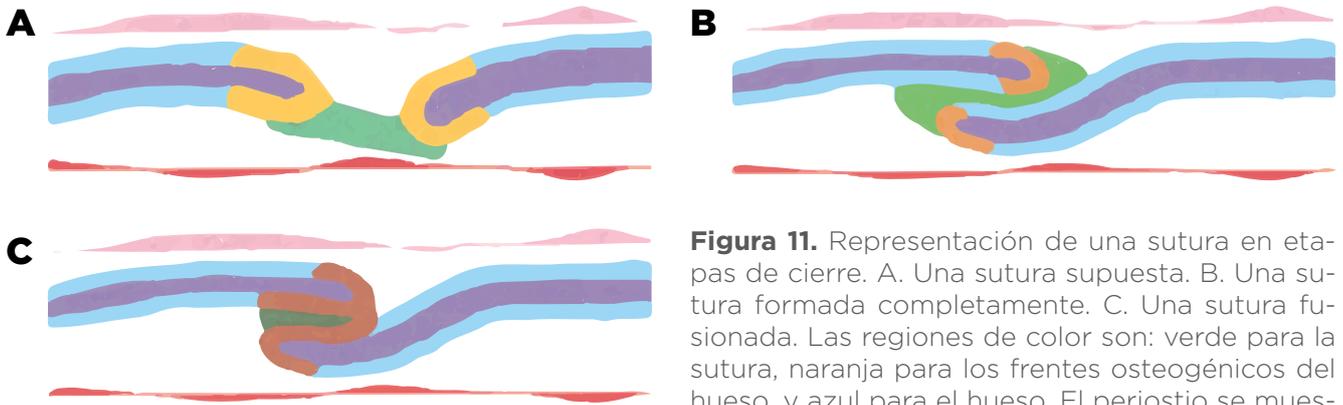
El cráneo del feto a término es extremadamente moldeable gracias a las interacciones entre los huesos del cráneo. Mientras se moldea el cráneo los extremos se alcanzan, los huesos frontal y occipital se engranan en las suturas temporal y lambdoidea respectivamente. Además, los huesos parietales se engranan en la sutura sagital. Por tanto, la cabeza tras adaptarse de forma óptima al canal del parto, comienza a actuar como un cuerpo más rígido para prevenir futuros moldeados y proteger el cerebro (172).

El cráneo del neonato no solo crece, sino que cambia rápidamente en el transcurso de los primeros meses de vida para ofrecer protección al cerebro. Este cambio afecta tanto a la base craneal como a la bóveda y a la cara. En realidad, el crecimiento ocurre en las tres dimensiones. Expansión en dirección sagital (profundidad antero-posterior), transversal (anchura), y vertical (altura), lo que supone un cambio sustancial en tamaño, forma y proporciones del cráneo en su conjunto a medida que la maduración esquelética progresa (173).

Meyer-Marconi y cols. (2018) observaron cambios en los datos sobre el crecimiento de la cabeza de los bebés, en particular en la relación anchura-longitud en función de la época. En los datos anteriores a 1992, los bebés presentaban una normalidad en su índice craneal (IC) ( $\text{anchura}/\text{longitud} \times 100$ ) de entre 75-85% (175). En los datos de los años 70 estaban en 77%. Su hipótesis es que la posición supina para dormir ha podido disminuir la expansión del cráneo en su longitud relativamente. También apreciaron un gran incremento de la longitud en relación a la anchura tras los 6 meses de edad que podría ser debido a un mayor control fisiológico de cabeza. Por ello suponen que la braquiocefalia posicional podría mostrar un cierto grado de remisión espontánea incluso sin terapia (174).

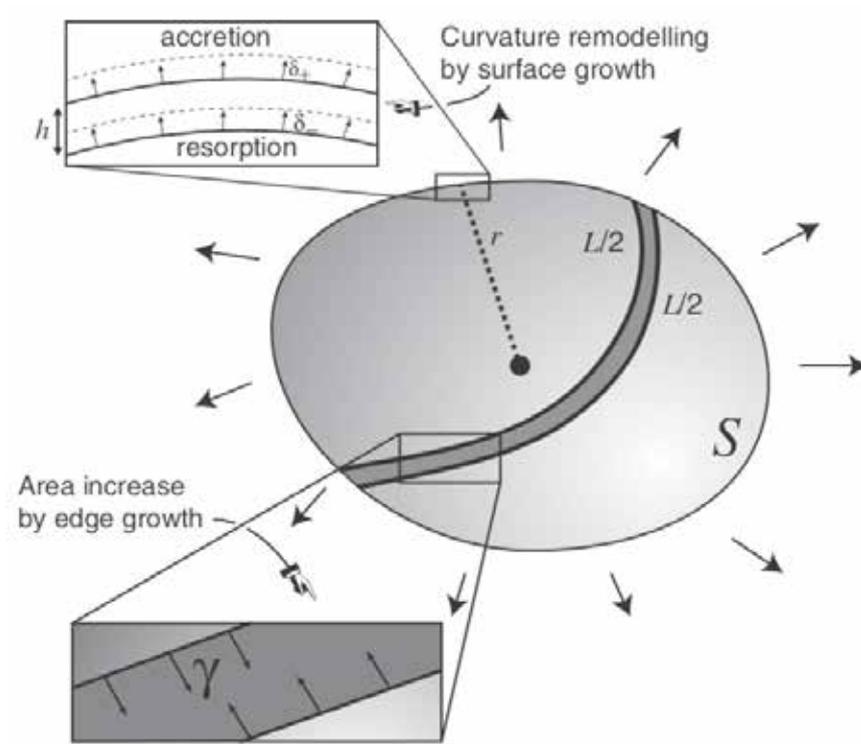
En los primeros meses el crecimiento craneal es muy rápido frenándose algo más tarde. El neurocráneo al nacer es normalmente un 25% de su tamaño de adulto, un 50% a los 6 meses y al cumplir el primer año el neurocráneo supone hasta el 65% de lo que será en el adulto (170). El cerebro suele alcanzar la talla de un adulto a los 7-8 años (176) pero las suturas normalmente persisten abiertas hasta, al menos, los 20 años. Incluso después puede haber variaciones en cuanto al patrón y al orden temporal de la fusión sutural durante la vida (166).

En el análisis de la ontogenia craneal, se utiliza el término “crecimiento” para hablar del aumento ontogénico en tamaño, y el término “desarrollo” para referirse a los cambios ontogénicos en forma (177).

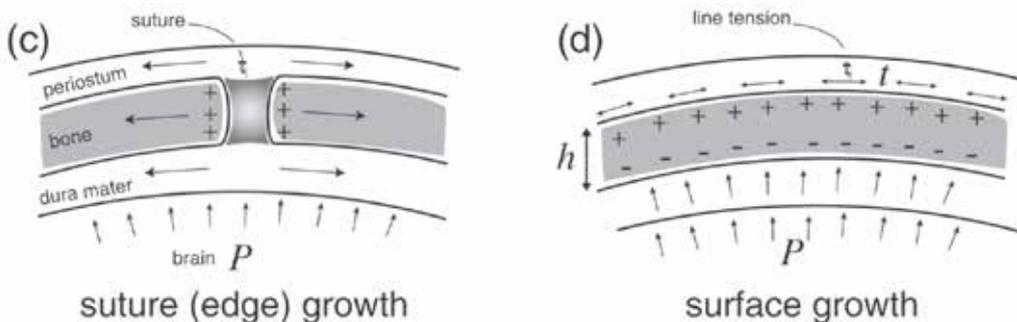


**Figura 11.** Representación de una sutura en etapas de cierre. A. Una sutura supuesta. B. Una sutura formada completamente. C. Una sutura fusionada. Las regiones de color son: verde para la sutura, naranja para los frentes osteogénicos del hueso, y azul para el hueso. El periostio se muestra en color rosa. De Opperman y cols. (2000) (167).

La primera dirección del crecimiento del cráneo pediátrico es hacia las suturas (178) (figuras 11-13). El crecimiento en las suturas es perpendicular a la orientación de la sutura, y normalmente se mantiene durante el periodo de crecimiento del cerebro. La sinostosis de una o más suturas está acompañada de un crecimiento compensatorio y de una remodelación (crecimiento no organizado), en otras suturas de otras partes del cráneo.



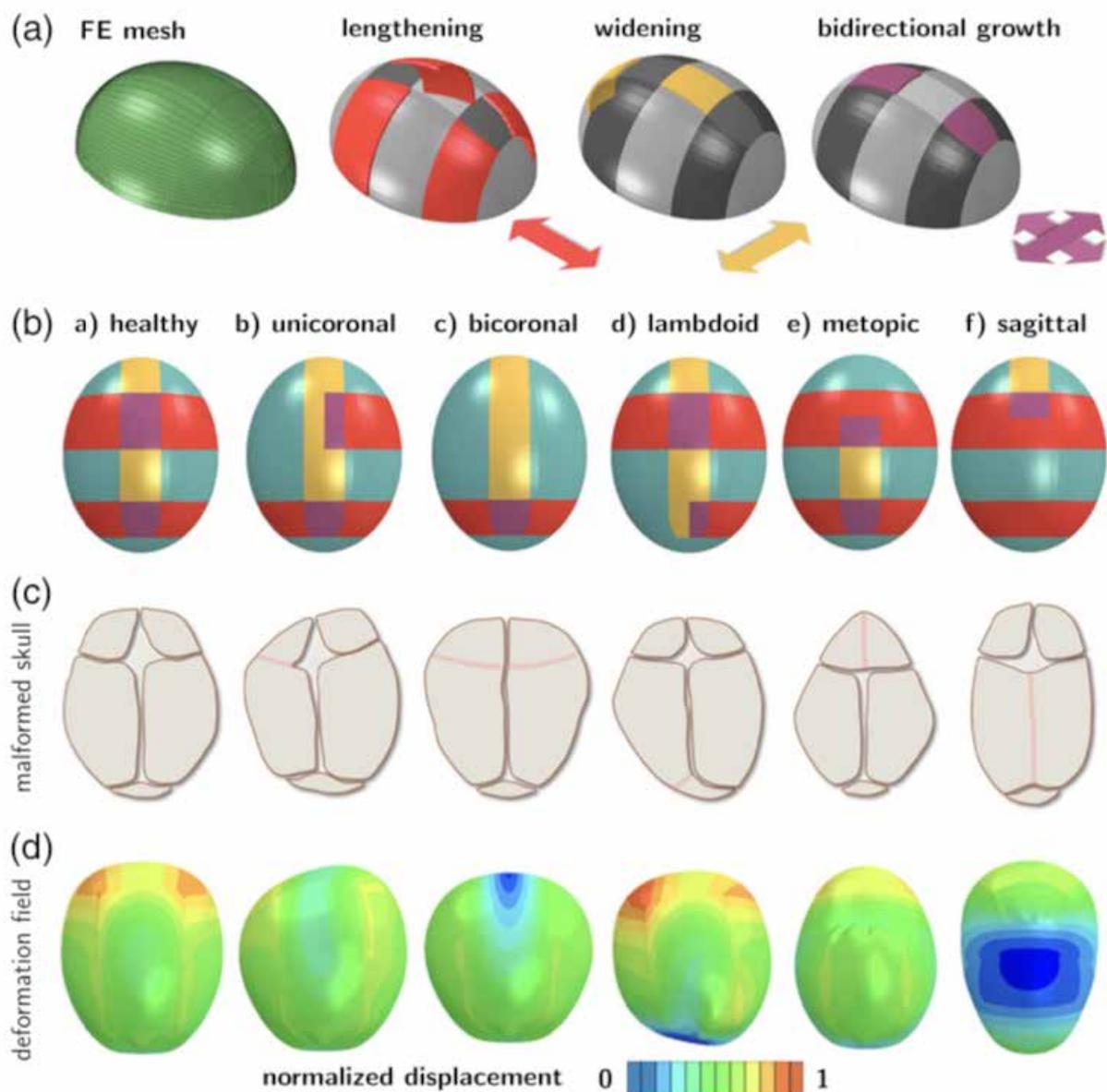
**Figura 12.** Imagen del proceso de crecimiento sutural. La superficie  $S$  aumenta con el crecimiento del borde en la sutura. La curvatura de la superficie  $S$  cambia con la resorción y acreción de la superficie. Weickenmeyer y cols. (2017) (179).



**Figura 13.** Esquemas que representan el crecimiento del hueso membranoso en el cráneo. c) El crecimiento primario se hace en el frente de la sutura y es inducido por la tensión entre los huesos de la calvaria. d) La superficie de crecimiento está inducida por la acreción de la superficie exterior (inducida por la tensión) y por la resorción de la superficie interior. Weickenmeyer y cols. (2017) (179).

Por otro lado el hueso hace una transición entre la estructura monocapa observada en la infancia temprana hacia el hueso tricapa presente en adultos(180), que está compuesta de una capa cortical tanto en la superficie ecto como en la endocraneal, separada por una capa trabecular porosa. Esto ocurre por la deposición simultánea de hueso nuevo en unas capas y la reabsorción en otra. Estos dos modos de crecimiento dan como resultado un desarrollo no uniforme del cráneo pediátrico, que puede crear propiedades mecánicas diferentes según la zona (178). La rigidez creciente del hueso craneal desde el nacimiento a la edad adulta puede ser el resultado de una diferenciación estructural más que de cambios en el material (181).

Cuando el crecimiento craneal está alterado por la fusión prematura de alguna sutura en la craneosinostosis, se aprecia un crecimiento anormal compensatorio en otras zonas del cráneo (figura 14). Este crecimiento anormal da una forma característica según la sutura específica que se fusionó (179).



**Figura 14.** Esquema de modelo tridimensional que corresponde a cuatro suturas, dos fontanelas y cinco huesos. B) Dependiendo del tipo de sinostosis, se observa una restricción en el crecimiento de la sutura y de la fontanela, caracterizando un tipo de malformación. C) Características observadas en las formas dismorfológicas del cráneo. Adaptado de Weickenmeier y cols. (2017) (179).

## 1.9.2. Crecimiento de la base craneal

El cierre de las sincondrosis de la base craneal es uno de los parámetros que definen el crecimiento de la base craneal (tablas 8 y 9).

Grado	Características
I	Los márgenes de la sincondrosis (sutura) están claramente separados en todas las secciones
II	Se observa una clara separación de la sincondrosis (sutura) en muchas secciones, pero algunas áreas son indistintas y con sospecha de puente óseo.
III	Se observa un área de fusión o puente en una porción de la sincondrosis (sutura).
IV	Se observa una fusión completa de la sincondrosis (sutura) con un margen esclerótico remanente.
V	Se ve una sutura completa sin vestigio remanente aparente.

**Tabla 8.** Grados de cierre de las sincondrosis. Adaptado de Madeline y Elster (1995) (182)

Sincondrosis	Momento para el cierre
Interoccipital anterior	Está ampliamente abierta los primeros 2 años. La fusión empieza sobre los 4 años y se alcanza el cierre completo sobre los 11 años.
Interoccipital posterior	Está abierta los primeros 6 meses de la vida. La fusión inicia en el segundo año. La fusión es completa con unos 8 años, y el cierre completo aparece sobre los 10 años.
Occipitomastoidea	Está ampliamente abierta los primeros 2 años de vida. La fusión comienza sobre los 7 años y no alcanza el cierre completo.
Petrooccipital	La osificación empieza sobre los 10 años y sobre los 14 alcanza la fusión completa fusión aunque queda un margen esclerótico visto. No alcanza el máximo grado de cierre, que es el cierre completo sin vestigios remanentes.
Esfenooccipital	La osificación empieza sobre los 10 años y termina sobre los 14 años.
Sutura lamboidea	La osificación es completa a los 10 años.

**Tabla 9.** Edad estimada para el cierre de las sincondrosis de la base craneal. Adaptado de Coll y cols. (2016) (183).

El crecimiento y desarrollo de la base craneal es diferente del de la bóveda ya que está constituida por sincondrosis de origen cartilaginosa. Cada una de estas sincondrosis tiene un tiempo específico para su cierre(183). En comparación a las suturas de la bóveda y al desarrollo facial, el desarrollo de la base craneal permanece inexplorada. La base craneal se forma principalmente a través de una osificación endocondral

y guarda cierta similitud con los huesos largos en la organización celular y la función. Los condrocitos se organizan en zonas de espera, proliferativas e hipertróficas manteniendo el crecimiento gracias a la división celular y a la producción de matriz extracelular. Los condrocitos hipertróficos terminales son eventualmente reemplazados por hueso (184).

El crecimiento del cráneo y de la cara y su desarrollo es un proceso biológico muy controlado. El crecimiento atípico comienza cuando el equilibrio biológico se altera. El crecimiento del hueso no está predeterminado por el hueso mismo sino que recae en las señales de regulación de crecimiento que derivan de las funciones de los tejidos blandos que lo rodean (185). El proyecto del crecimiento óseo de la cara recae en los músculos, lengua, labios, mejillas, mucosa, tejido conectivo, nervios, vasos sanguíneos, paso de aire, faringe, tonsiles, adenoides y otras masas orgánicas (63, 186, 187).

Parece ser que la mecanotransducción es el mecanismo subyacente a la regulación mecánica de las vías de señal en el hueso (188). La mecanotransducción puede ser definida como la conversión de una fuerza biofísica en una respuesta celular, y es un mecanismo esencial para una gran variedad de funciones fisiológicas que permite a los organismos vivos responder a un entorno mecánico. Las cargas mecánicas pueden inhibir la resorción ósea e incrementar la formación de hueso. Muchos tipos de células dependen de señales inducidas mecánicamente para activar respuestas fisiológicas apropiadas. El esqueleto es particularmente dependiente de la información mecánica para guiar la población celular hacia la adaptación, el mantenimiento o la reparación. Thompson y cols. (2012) consideran que son las células dentro del esqueleto las responsables de la recepción de las señales mecánicas, incluidos los osteoblastos, osteoclastos, osteocitos y osteoprogenitores (189). Mientras que la señalización de la interacción de las células óseas con su entorno mecánico es compleja, comprender la regulación mecánica de las señales óseas es crucial para entender la fisiología del hueso y de su comportamiento frente a presiones mecánicas tanto patológicas como en los tratamientos.

El movimiento de crecimiento del hueso incluye desplazamiento o movimiento físico al mismo tiempo que se remodela (figura 15). Sin un mecanismo adaptado de remodelado al reposicionamiento de cada parte, el hueso al crecer se volvería progresivamente desproporcionado (190). Es importante comprender que la fuerza de expansión de todos los tejidos blandos que rodean y se insertan en él, mediante fibras de anclaje, regulan el desplazamiento físico en un hueso facial. Probablemente el tejido blando que rodea al hueso funcione como un disparador o regulador que determine la dirección y el patrón de desplazamiento (185). Sinsel y cols. (1999) observaron las alteraciones en el crecimiento craneofacial a partir de la parálisis unilateral de un nervio facial, en un estudio sobre conejos, y por otra parte la influencia significativa de la recuperación del nervio en el crecimiento y desarrollo facial (191).



**Figura 15.** Esquema que representa los dos componentes del crecimiento óseo en el cráneo, la remodelación y el desplazamiento. Adaptado de Galella y cols. (185).

Hay tres regiones principales en el viscerocráneo y el neurocráneo que guían el crecimiento facial y actúan juntas para mantener un equilibrio estricto de función y estabilidad. Su influencia es similar durante la maduración ontogénica y la maduración filogenética de las estructuras craneales (177).

a. El cerebro, los órganos sensoriales asociados y la base craneal.

La configuración del neurocráneo determina la forma de la cabeza, lo que además establece la correspondiente topografía que caracteriza un tipo facial. Aquellos sujetos con una cabeza braquiocefálica tienen una base craneal más redonda, lo que establece un tipo facial llamado euryprosápico, más ancho y menos protrusivo. Mientras que los de tipo dolicocefálicos tienen una base más estrecha y larga, lo que establece un morfotipo facial llamado leptoprosápico, más estrecho, largo y protrusivo. La base craneal establece la forma y perímetro del crecimiento facial y la posición del complejo nasofacial, la anchura del paso aéreo facial y la configuración del paladar y del arco maxilar (185).

b. El paso aéreo facial y faríngeo.

La forma y proporciones del paso aéreo son la combinación del crecimiento y desarrollo de varios tejidos blandos y duros comprendidos en las paredes, a lo largo de su camino, desde las narinas a la glotis. El paso de aire es crítico para mantener el funcionamiento de las posiciones funcionales y anatómicas de estas mismas partes. Además, el paso de aire estabiliza la posición de todas sus partes vecinas ofreciendo la adecuada forma y tamaño. El paso aéreo, siendo un aspecto fundamental de la cara, regula la forma de arco de las órbitas, de los lados nasal y oral del palatino, del arco maxilar, de los senos, de los arcos cigomáticos y otras estructuras arqueadas de la cara. En las personas con predominio respiratorio bucal hay patrones aberrantes de crecimiento que incluyen retrognatismo y crecimiento inferior del complejo nasomaxilar (deficiencia mid-face), infradesarrollo de los bordes laterales de la órbita (inclinación inferior del canto lateral), paladar estrecho y profundo, varios tipos de malaoclusión, excesivo crecimiento vertical de la cara y otras alteraciones (192, 193).

c. El complejo oral

La actividad de la boca a través de funciones como succionar, masticar o la mímica tiene una responsabilidad en el desarrollo de la dentición y de las estructuras craneofaciales(194).

**Suturas:** El crecimiento del hueso intramembranoso se consigue a través de la formación de hueso dentro del periostio y por la formación del hueso en las suturas (167). Las suturas se forman durante el desarrollo embriológico en los lugares de aproximación de los huesos membranosos del esqueleto craneofacial. Sirven como un lugar principal de expansión de hueso durante el crecimiento craneofacial.

Para que las suturas puedan funcionar como lugares de crecimiento óseo, necesitan permanecer en un estado de no osificación y así permitir al hueso nuevo formarse en los bordes de los frentes coincidentes.

Las suturas no poseen un potencial de crecimiento intrínseco, al contrario que las placas endocondrales. En realidad, ellas producen hueso en respuesta a estímulos externos, como las señales que aparecen desde el neurocráneo en expansión (167).

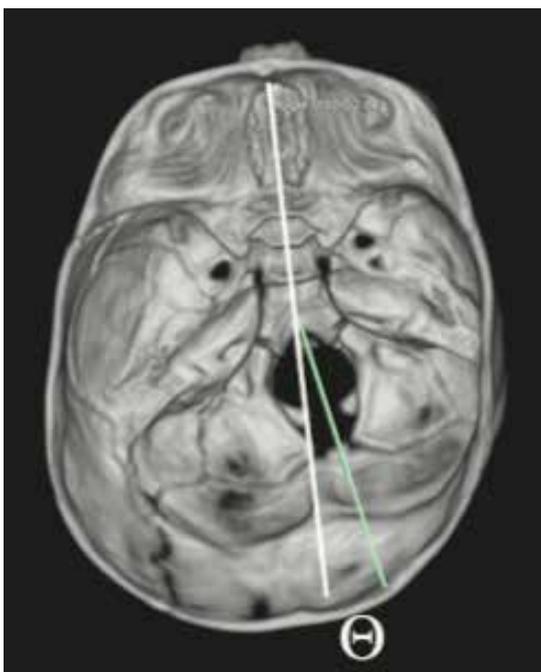
## 1.10. Mecanismos de deformación craneal

La deformación craneal no es un fenómeno reciente. Muchas culturas han practicado la deformación craneal intencional. Las antiguas culturas que poblaban el Perú, los indios Chinook de Norte América o la aristocracia francesa entre otros(195,196). En la mayoría de culturas la deformación craneal se realizaba mediante fuerzas externas constantes, generalmente mediante algún tipo de vendaje a una cabeza en crecimiento. Al cabo del tiempo la cabeza se quedaba permanentemente deformada según el interés específico de la cultura (30, 197).

Aunque la deformación intencionada ya no se practica, continúan realizándose deformaciones no intencionales en algunas culturas de Asia. En estas poblaciones se utilizan tablas duras a las que se vendan y fijan los bebés. Al impedir el movimiento y ser apoyos duros para la cabeza el resultado es un aplanamiento posterior de la cabeza más frecuente de lo que se podría esperar (174).

Muchas hipótesis se han propuesto para explicar el aplanamiento de la bóveda craneal. Normalmente se sugiere que el cráneo del bebé es “blando” y “moldeable”, por lo que está predispuesto a una deformación cuando reposa en una superficie plana y dura (198). El aplanamiento puede ocurrir cuando la expansión craneal y su crecimiento son resistidos consistentemente en un área específica por fuerzas externas (199).

El cráneo crece pasivamente en respuesta a presiones internas menores ejercidas por el rápido crecimiento del cerebro del bebé (200–202). Este proceso es muy rápido en los primeros meses de vida y se reduce bruscamente tras el primer año de vida (30). La bóveda craneal y la base craneal de diferentes orígenes embriológicos se desarrollan de diferente manera. La bóveda está formada por hueso membranoso y crece a lo largo de las suturas en respuesta a la expansión de la masa encefálica. La base está formada por hueso endocondral y crece por absorción endocraneal y deposición endocraneal. Por esta razón, en la base se produce un cambio relativamente pequeño después de nacer (100).

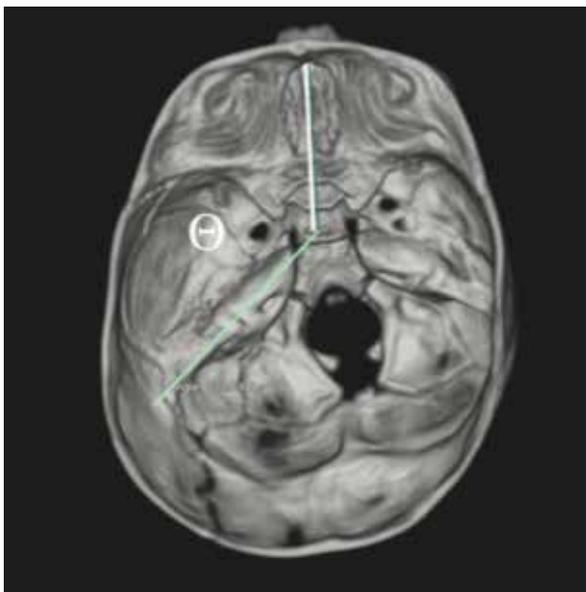


En la plagiocefalia deformacional la presión asimétrica en la parte posterior de la cabeza provoca una desviación de la fosa posterior de la base craneal. El meato acústico externo sufre igualmente una desviación. Todas estas alteraciones son claramente inferiores a las provocadas por una sinostosis lamboidea (36). La base craneal en la sinostosis lamboidea está mucho más torcida y asimétrica que en la plagiocefalia posicional posterior. Una marcada giba mastoidea ipsilateral se observa solo en las sinostosis lamboideas (203).

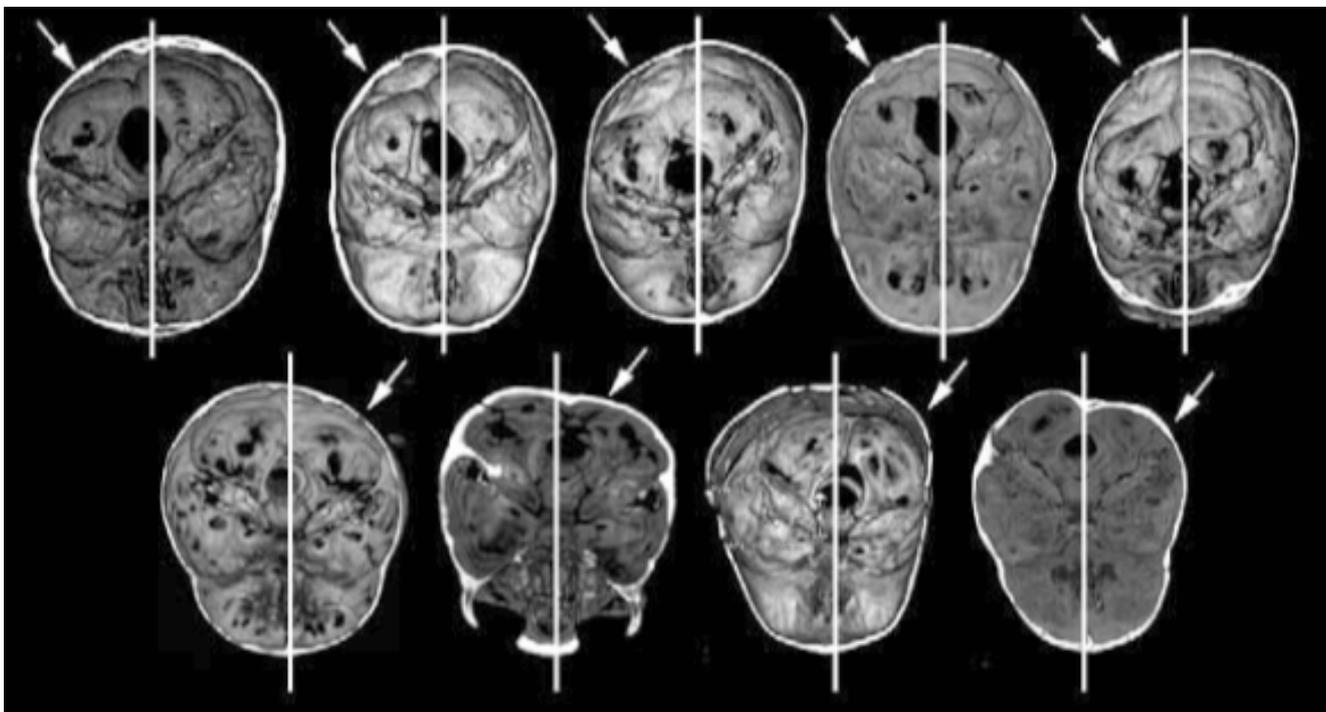
**Figura 16.** Ángulo de desviación de la fosa posterior en una PD, creado por la intersección de una línea que biseca el plato cribiforme y una línea que biseca el foramen magno entre el basion y el opistion (Smartt et al. 2010) (36).

El desplazamiento anterior o inferior de una de las orejas se ha observado tanto en plagiocefalias deformacionales (figuras 16-17) como en sinostosis lamboideas (figura 18 y 19). Esto se debe a una torsión y deformación de la base craneal especialmente en sus fosas posterior y media (203).

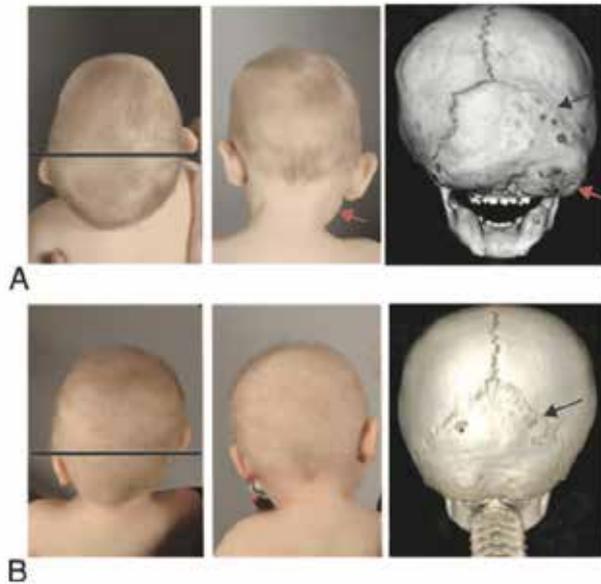
El desplazamiento anterior o inferior de una de las orejas se ha observado tanto en plagiocefalias deformacionales (figuras 16-17) como en sinostosis lamboideas (figura 18 y 19). Esto se debe a una torsión y deformación de la base craneal especialmente en sus fosas posterior y media (203).



**Figura 17.** Ángulo de la cresta petrosa en una PD, creado por la intersección de una línea que se extiende desde la cresta galli a la silla turca (biseccionando el plato cribiforme) y una línea que se extiende directa a través de la cresta petrosa (Smartt et al. 2010) (36).



**Figura 18.** Imágenes de tomografía computerizada de la base endocraneal en 9 niños con sinostosis lamboidea unilateral. En la línea de arriba sinostosis en el lado izquierdo y en la línea de abajo sinostosis en el lado derecho (Hurmerinta et al, 2015) (203).



**Figura 19.** Imágenes de alteraciones verticales y anteroposteriores en las orejas. A. Sinostosis lambdoidea. B. Plagiocefalia deformacional (Hurmerinta et al, 2015) (203).

El desarrollo del cerebro precede a la osificación craneal en el útero. La calvaria surge a partir de las membranas externas que envuelven el cerebro, las ectomeninges. Esto ocurre a través de múltiples centros de osificación que se expanden centrífugamente. A medida que los huesos planos de la bóveda se aproximan unos a otros, las zonas no osificadas se convertirán en las suturas y fontanelas del cráneo del feto a término (35).

El crecimiento normal del cerebro conlleva un desplazamiento exterior de los huesos planos de la bóveda con una distracción y osificación recíproca a lo largo de sus bordes suturales y fontanelas, así como una resorción ósea endocraneal y deposición ectocraneal concomitante (202).

El crecimiento y desarrollo del basicráneo están afectados por el crecimiento de las sincondrosis, en un proceso más complejo que para la bóveda (202). La forma del cráneo del bebé es por tanto una suma de crecimiento intrauterino y de crecimiento postnatal (35).

El proceso normal de desarrollo y crecimiento de la bóveda y de la base craneal puede ser perturbado por anomalías en las suturas (craneosinostosis) (145), tejidos conectivos (síndrome de Apert) (204, 205), metabolismo óseo (raquitismo) (206, 207), volumen intracraneal (hidrocefalia, microcefalia) (208, 209), deformaciones intencionales (vendajes de cabeza) (196, 210), traumas craneales (caput succedaneum) (211), exceso de tiempo en supino (plagiocefalia posicional) (2, 212) y otras influencias (prematuridad, etc.) (213).

### 1.10.1. Propiedades mecánicas de los huesos craneales

Las propiedades dinámicas del material óseo del adulto están bien documentadas (214–217), pero poca información hay disponible sobre las propiedades dinámicas de los huesos y suturas del cráneo del bebé. Coats y Margulies (2006) fueron los primeros en investigar el hueso pediátrico y las propiedades materiales de las suturas relacionadas con el moldeado de la cabeza fetal. Descubrieron que el hueso pediátrico craneal es 35 veces más rígido que la sutura. Además, la sutura pediátrica craneal se

deforma 30 veces más antes de la falla que el hueso pediátrico y 243 veces más que el hueso del adulto. También apreciaron que el hueso parietal es significativamente más rígido y tiene una fuerza final mayor que el hueso occipital (218).

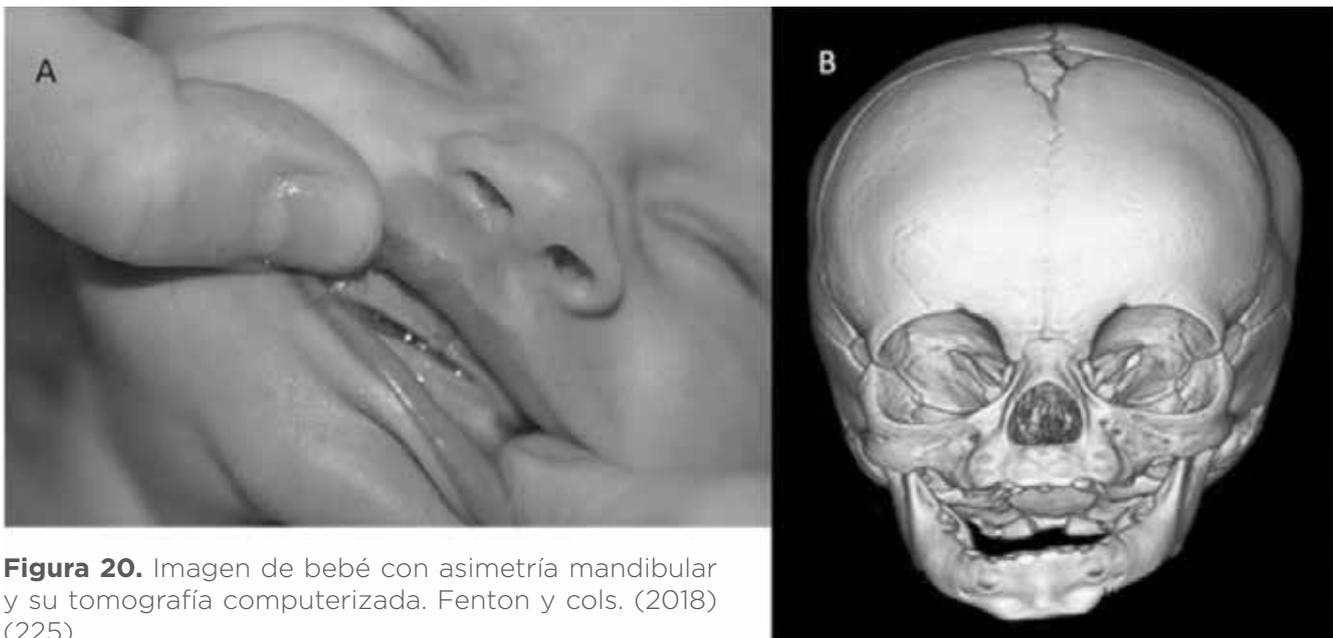
Wang y cols.(2014) observaron que el hueso frontal en el bebé de 1-2 años tiene una fuerza final y unas características elásticas mayores que el hueso parietal. No encontraron diferencias entre las suturas coronal y sagital. La fuerza final es la cantidad máxima de tracción, compresión o cizallamiento que se espera que soporte una unidad de área determinada de un material determinado sin fallar (219).

## 1.11. Relación de la plagiocefalia con la columna cervical

De todos los factores de riesgo en la plagiocefalia, la tortícolis congénita es junto con el exceso de tiempo en supino el más importante. Diversos estudios asocian la tortícolis congénita a la plagiocefalia en un grado de entre 70 y 95% según autores (30, 31,61, 63, 67, 220-222).

La tortícolis congénita muscular (TCM) es una deformidad postural evidente nada más nacer caracterizada por una flexión lateral y rotación al lado opuesto, que puede estar acompañada por otras condiciones neurológicas o musculoesqueléticas (31). La hipótesis principal en la literatura es una rigidez o acortamiento del músculo esternocleidomastoideo y el bebé presenta una flexión lateral de la cabeza hacia el lado ipsilateral con rotación al lado contralateral (223). La incidencia alcanza el 16%(31) de los recién nacidos y es la tercera condición musculoesquelética más común en neonatos (224).

En la tortícolis congénita existen también alteraciones morfológicas de la cara y la mandíbula debidas a la asimetría de la tensión muscular, que también requieren fisioterapia (225) (figura 20).



**Figura 20.** Imagen de bebé con asimetría mandibular y su tomografía computerizada. Fenton y cols. (2018) (225).

Hautopp y cols. (2014) definen la tortícolis por una asimetría del Rango de Movimiento cervical (ROM) mayor de 15° (222). Esto es algo que confirma Kaplan y cols. (2018) en su revisión de la evidencia sobre la tortícolis congénita. En esta revisión introduce una clasificación según los grados de limitación de la rotación de la cabeza junto al tiempo de la detección (226).

La asociación de la plagiocefalia posicional con la posición preferencial, consistente en la orientación de la cabeza predominantemente a un lado, también ha sido descrita como un factor postnatal significativo en el desarrollo de la plagiocefalia (2, 44, 49, 59, 142, 227). Casi todos los padres de bebés con plagiocefalia han observado una tendencia clara a una posición preferencial (30, 228), a pesar de interpretar que se

debe a factores ambientales (ej. el lado hacia el que se le coloca para alimentarlo, la localización de la cama o de la madre, etc.), los intentos por modificar el entorno no cambian la preferencia (30).

Al parecer el bebé podría pasar hasta el 75% del tiempo que está en supino con la cabeza girada hacia el lado observado en al menos 15 minutos de observación (49). La posición preferencial ha sido descrita por los padres hasta en el 92% de los casos de plagiocefalia (61).

Se ha constatado que los bebés primíparos y los nacidos por parto de nalgas tienen una mayor prevalencia de preferencia posicional a los 6 meses. También se observó más en los niños que solo se alimentan por biberón. Así mismo los bebés prematuros, los que tienen menos tono y una menor posibilidad de moverse mostraron más claramente una posición preferencial (49).

Se constata que mientras están despiertos los bebés de 3 semanas de vida tienen tendencia a posicionar su cabeza a un lado (81%), más que en la línea media (19%). Esta tendencia se reduce gradualmente con lo que la posición centrada simétrica de la cabeza se puede considerar un hito madurativo entre las 8-9 semanas de vida postnatal (52, 229).

Se ha visto una correlación entre el ROM cervical en todas direcciones con el índice craneal. Los neonatos con un índice más braquiocefálico tienen una mayor restricción a los movimientos pasivos del cuello que los dolicocefálicos con un índice craneal menor (63). En el mismo estudio se constató la asociación múltiple entre trauma en el parto y ROM reducido. Los que tuvieron una presentación de nalgas mostraron más limitación a la inclinación lateral (63).

Cabera-Martos et cols. (2015) encontraron una asociación importante entre PD y tortícolis (58,29%) además de un perímetro cefálico significativamente menor en el grupo de PD con tortícolis asociada (146).

Waternberg et al. (2016) observaron una asimetría funcional motora en el 25% de los niños con tortícolis postural, que mejoró en dos tercios de los mismos a la edad de 2 años. Detectaron una mayor incidencia de plagiocefalia y retraso del desarrollo motor. No muestran en el estudio el sistema de evaluación del desarrollo a los 2 años (230).

Leung y cols. (2017) apreciaron que la asimetría en la activación del músculo esternocleidomastoideo es un factor significativo en el desarrollo de plagiocefalia a las 9 semanas de vida. Para ello utilizó respuestas de enderezamiento cervical (231).

La presencia de tortícolis puede estar asociada no solo a una condición muscular también a disfunciones articulares (232, 233), afectando particularmente a las articulaciones del raquis cervical superior (234, 235).

## 1.12. Tratamiento conservador de la plagiocefalia deformacional

Actualmente la recomendación principal de tratamiento para la PD es el conservador, especialmente a partir de las publicaciones de los años 90 donde se apreció que la mayoría de los casos podían ser gestionados con éxito en una vía no quirúrgica (236). La evidencia sugiere que aunque muchos casos de PD mejoran con el tiempo, las estrategias de manejo conservador puede minimizar el grado de asimetría craneal de forma segura y eficaz (33).

Uno de los estudios de más calidad fue un ensayo clínico controlado de van Vlimmeren y cols. (2008) en el que se comparó un grupo de intervención con un grupo control que recibió el cuidado usual. La intervención fue un protocolo estandarizado de reposicionamiento y fisioterapia, después del cual la proporción de bebés con PD severa fue significativamente menor que en el grupo control. Los hallazgos sugieren que sin intervención, algunos bebés con PD y posición preferencial pueden progresar a una plagiocefalia deformacional severa (237). Esto sugiere un orden temporal de tratamiento para un mejor resultado, en el que cuanto más temprana es la intervención mejores son los resultados (33).

Las opciones principales de tratamiento conservador en la plagiocefalia deformacional son la educación de los padres (20, 149, 198, 238-241), el reposicionamiento (20, 149, 240, 242-245), la fisioterapia (91, 237, 243, 246, 247) y la terapia ortésica con casco (83, 99, 100, 241, 244, 248-250).

La fisioterapia junto con la educación de los padres, el reposicionamiento o la terapia ortésica con casco, forman parte de las recomendaciones para la prevención (240) y el tratamiento de la plagiocefalia en la literatura (251) y presentan cierto grado de evidencia.

Kluba y cols. (2014) señalan un retraso relevante entre la identificación de la asimetría craneal y la consulta con el especialista craneofacial. Este hecho, posiblemente se presente también en España y otros países, y puede condicionar el éxito de la fisioterapia e incluso del tratamiento con casco, ya que cuanto mayor es el bebé menor es la mejoría (252, 253). Kelly y cols. (1998) también demostraron que la intervención temprana se traduce en una mejoría significativa de la PD independientemente de la severidad de las asimetrías (97).

La recomendación de fisioterapia y reposicionamiento se realiza habitualmente en los casos de menor deformidad mientras que para los casos de mayor deformidad o edad se plantea el tratamiento con casco (254).

Steinberg y cols. (2015) en un estudio con 4378 sujetos observaron eficacia tanto en el tratamiento con reposicionamiento y fisioterapia, como en el tratamiento con ortesis craneal. 3381 recibieron fisioterapia y reposicionamiento y 997 sujetos recibieron tratamiento con casco. Una corrección completa de la asimetría se observó en el 92,8% de los sujetos. La fisioterapia y los consejos fueron eficaces en un 77,1% de los casos. La presencia añadida de tortícolis, avanzada edad al iniciar el tratamiento y retraso en el desarrollo fueron factores de riesgo para una menor eficacia en el tratamiento con fisioterapia y consejos. En cuanto al casco, los riesgos para una menor eficacia fueron avanzada edad al comienzo del tratamiento (9-12 meses) y poca ad-

hesión al tratamiento. En cambio la presencia de tortícolis o retraso del desarrollo no fueron factores de riesgo para el resultado con el casco en los índices craneales (104).

La educación a los padres y el reposicionamiento suelen ser grupales o generales, pero Wijk y cols. (2012) apreciaron una serie de aspectos predictores en bebés con PD que indican que un abordaje más individualizado repercutiría en un resultado mejor (83).

### 1.12.1. Tratamiento ortésico con casco

El primer estudio con terapia ortésica con casco para niños con PD fue en 1979 (255). El primer casco fue modelado en fibra de vidrio. 4 niños fueron tratados inicialmente con estos cascos y su asimetría craneal mejoró. Actualmente los cascos se hacen a medida en el tratamiento de la PD. Están contruidos para aplicar una presión externa en el área protruida y permitir el espacio donde se necesita expansión craneal (figura 21 y 22). En 1998, la “Food and Drug Administration” de Estados Unidos aprobó la ortesis craneal como un aparato médico de clase II, dirigido a bebés entre 3 y 18 meses de edad con PD moderada o severa (244).

El tratamiento ortésico parece ser el más efectivo en la mejora de la asimetría craneal aunque no se conoce totalmente el efecto a largo plazo y algunos de los estudios carecen de grupo control. De hecho McGarry y cols. (2008) cuestionaron los estudios hasta la fecha por falta de calidad metodológica (82). Goh y cols. (2013) también criticaron la falta de evidencia clase I en la literatura, mostrando controversias alrededor de su uso, coste y resultado a largo plazo (249). La ortesis empleada suele ser un casco de moldeado, aunque han sido usadas en la literatura carcasas blandas (256) o copas craneales (257). El casco debería ser colocado antes de los 6 meses y ser llevado al menos 20 horas al día por un periodo de unos 4-5 meses (253, 258).

Hun-Su Yoo y cols. (2012) mostraron con el tratamiento ortésico una mejoría media sobre 100 pacientes de un 60-70% en el cambio de las diagonales(99). Hinken y cols. (2019) apreciaron en un estudio sobre 736 pacientes, también con casco, uno de los tamaños muestrales más grandes de la literatura, una media de cambio de 5.14% en el índice de asimetría de bóveda craneal y 6% en el índice craneal (253). Kluba y cols. (2012) encontraron una mejora significativa en la asimetría de las orejas gracias a la terapia con casco (96).

Aunque el tratamiento con casco ha mostrado más eficacia en el cambio de los índices de asimetría de bóveda, en alguno de los estudios este cambio no mostró una significación estadística respecto a la fisioterapia y la educación de la familia en el posicionamiento (86). Wendling-Keim y cols. (2019) observaron una más rápida reducción de la asimetría en el tratamiento con casco que con la fisioterapia, y una mayor eficacia en los sujetos con una fontanela anterior más pequeña. En este estudio no se describió el tipo de fisioterapia que recibió el grupo de sujetos. Sus resultados les llevaron a proponer el tamaño de la fontanela anterior como un nuevo parámetro para la toma de decisiones en el abordaje de la PD (259). En este sentido, el tamaño de la fontanela supone un parámetro del potencial de remodelado espontaneo del cráneo. Tras el estudio de Pindrik y cols. (2014) sobre el cierre y tamaño de la fontanela anterior es posible identificar su cierre prematuro o retrasado (260).

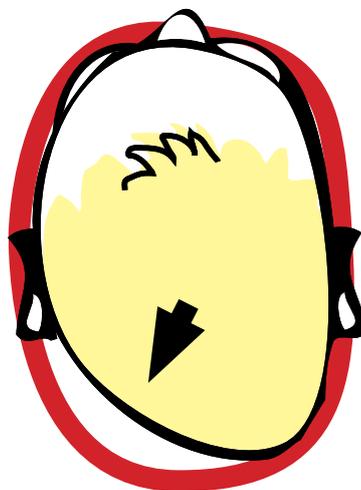
El tratamiento con casco podría ser menos eficaz para la corrección de la braquiocefalia que para la asimetría craneal de la PD (86, 100, 261) aunque Kelly y cols. (2018) mostraron eficacia de la ortesis en la braquiocefalia deformacional (262), así como Hallack y cols. (2019) en otro estudio más pequeño (263). En el estudio de Hinken y cols. (2019) los bebés que presentaban plagiocefalia y además braquiocefalia precisaron 7 semanas más de tiempo de tratamiento que los bebés con solo plagiocefalia (253).

Distintos autores proponen argumentos a favor de comenzar la terapia antes del 6º mes de edad de los niños para las deformaciones craneales (175, 264–266), aunque no todos aprecian una eficacia diferente según el momento de inicio (267). Hinken et al. (2019) observaron un mayor cambio en la asimetría en menor tiempo en los bebés de 6 meses de edad o menos. En el mismo estudio se evidenció un cambio muy inferior en los bebés de 10 meses o mayores de esa edad (253). Steinberg y cols. (2015) mostraron igualmente una menor eficacia en bebés de entre 9 y 12 meses (104). Otros autores ponen la línea en 7,5 meses para beneficiarse más del casco y obtener los mejores resultados (254, 268).

### 1.12.1.1. Terapia con casco y reposicionamiento

Respecto a su efecto en comparación al reposicionamiento, en varios estudios el tratamiento ortésico con casco ha mostrado más eficacia que el reposicionamiento (244, 257, 269, 270). Paquereau (2012) lo describe en una revisión de la literatura (270). Aún así, para Flannery y cols. (2012), falta evidencia de alta calidad que demuestre la efectividad de las ortesis craneales comparadas con la terapia de reposicionamiento y la fisioterapia (33).

En general existe un consenso respecto a que la terapia de reposicionamiento se prefiere sobre la terapia con casco en pacientes menores de 4 meses y en aquellos con asimetría leve o moderada: el casco puede ser apropiado para bebés de 6 meses o mayores con severa asimetría independiente de la edad. Este consenso sin embargo se apoya en una opinión experta no en ensayos clínicos rigurosamente diseñados (33).



**Figura 21.** Forma de actuación del casco ortésico. Este tipo de ortesis no funciona por compresión, sino que apenas contacta. Esto permite al cráneo en crecimiento expandirse hacia el espacio hueco. Adaptado de Rogers (2009) (142).

Aún con el uso del casco para casos de moderada o severa gravedad, se recomienda el reposicionamiento y la fisioterapia tanto educacional como de tratamiento, incluso en los bebés que llevan casco. Todavía más imprescindible cuando la deformación craneal puede coexistir con un retraso del desarrollo neuromuscular o de la adquisición de habilidades motoras que requieren atención (104).

### 1.12.1.2. Críticas al tratamiento ortésico

Algunos autores también son críticos con las ortesis. Bridges y cols. (2014) establecieron una falta de evidencia respecto a la eficacia de la ortesis a largo plazo y señala-

ron la falta de controles en los estudios que muestran la eficacia de los cascos (243). Govaert y cols. (2008) no observaron diferencias en los cuestionarios de calidad de vida enviados a los padres de niños tratados en el pasado con casco o sin casco (271).

En algunos estudios, el tratamiento ortésico con casco ha presentado resultados no concluyentes a largo plazo. Collet y cols. (2012) en un seguimiento a 18 meses no encontraron diferencias significativas entre los bebés que fueron tratados con casco y los que no. Cabe destacar que el 89,9% de los padres confirmaron un adecuado cumplimiento del tratamiento (103). Lee y cols. (2008), por su parte, observaron un empeoramiento no significativo de la asimetría de bóveda y de la asimetría de la base en un follow-up a 5 años (116).

Un aspecto que se cuestiona es la eficacia del casco sobre la cara. St. John y cols. (2002) no aprecian cambio en la asimetría facial tras el uso del casco (114). Dörhage y cols. (2018) también observan una eficacia claramente mayor de la terapia con ortesis en la zona occipital que en la zona facial (268). Kreutz y cols. (2018) observaron el efecto del casco en la corrección de la asimetría facial de bebés con PD y asimetría de la base craneal y de la cara. En particular, mejoró la asimetría en la posición de las orejas y la posición de la articulación temporomandibular. La duración media del tratamiento fue de 5 meses y la media de edad de los bebés fue de 5 meses (258).

En un estudio sobre la percepción de los padres de la eficacia del tratamiento con casco, Lee y cols. (2018) observaron que la satisfacción de los padres está condicionada por la cantidad de asimetría que se corrige durante el tratamiento, y no por la asimetría remanente después del tratamiento (272).



**Figura 22.** Casco ortésico de moldeado craneal para PD. Linz y cols. (2017) (94).

### 1.12.1.3. Inconvenientes del tratamiento ortésico

Con respecto a los inconvenientes de la terapia ortésica con casco, Wilbrand y cols. (2012) observaron efectos secundarios en un 22,4% de los bebés con ortesis de moldeado craneal. En este estudio observaron que las llagas por presión fue el efecto adverso más común (10,9% de los afectados), seguido de eritemas de etanol (7,4%), encaje no adecuado (4,4%) e infecciones en la piel (1,3%) (273). Lee y cols. (2018)

encontraron efectos secundarios en el 65% de los bebés tratados con casco en su estudio. El efecto adverso más generalizado fue el sarpullido por rozadura e irritaciones en la piel en el 35,4% de los casos (272). Para prevenir estos problemas es importante mantener una buena higiene del casco (261). Peterson y cols. (2018) no encontraron evidencia de que la terapia con casco estuviera asociada con una constricción craneal, lo que garantiza la seguridad de la ortesis frente a los efectos negativos del crecimiento craneal (274).

## 1.12.2. Fisioterapia en la plagiocefalia deformacional

### 1.12.2.1. Fisioterapia de la prevención

Se podría afirmar que la PD es una patología que debería estar casi extinguida ya que los factores de riesgo más importantes pueden ser prevenidos con relativa facilidad. El exceso de tiempo en supino por desconocimiento o excesiva prevención puede ser evitado con una correcta educación de los padres en una fisioterapia de la prevención. No solo es importante el posicionamiento para dormir sino también el manejo de los bebés o las posiciones para jugar (275). A pesar del reconocimiento claro de los factores de riesgo existen pocos estudios basados en la evidencia dirigidos a la prevención de la PD y los que hay están muy centrados en los consejos dados hacia las madres (70). Los cambios culturales en cuanto al manejo de los bebés, tipo de alimentación, tipo de transporte, forma de dormir separada y no en colecho han llevado incluso a una hipótesis sobre el desequilibrio bioevolutivo vinculado a la plagiocefalia posicional (276).

Aarnivala y cols. (2015) consiguieron una reducción de la prevalencia y gravedad de la plagiocefalia no sinostósica a los 3 meses de edad. Para ello realizaron una intervención educativa precoz en las familias de neonatos. A través de instrucciones sobre el entorno del bebé y su posicionamiento consiguieron aumentar incluso el rango de movimiento cervical (240).

Hummel y cols. (2005) proponen implicar a los padres de los bebés prematuros hospitalizados lo antes posible. Incluso en bebés críticos, los padres pueden a menudo ayudar a la enfermera en la reposición del bebé y comenzar a aprender sobre desarrollo. Tras la hospitalización promover el tiempo en prono despierto y vigilado y enfatizar la necesidad de los bebés de jugar, tumbarse, comer y ser transportados en posiciones variadas (21).

La prevención ha de estar ligada a los cambios en la orientación y posición de la cabeza, por lo que es posible actuar sobre el sistema visual para activar los movimientos cervicales. Al inicio de la vida hay una gran sensibilidad en el bebé hacia las caras (277, 278) que después se desarrolla hacia objetos, hacia las manos (279) y hacia patrones planos (280). To (2019) propone una estimulación visual temprana para bebés en varias fases en el inicio de la vida tanto en supino como en prono con el fin de desarrollar la fijación y los movimientos de seguimiento en distintas posiciones de la cabeza. Esta se realiza con patrones planos blancos y negros de alto contraste, con formas y tamaños adaptadas a la edad del bebé (281) (figura 23). Los patrones planos de alto contraste son ya utilizados en escalas de evaluación del desarrollo motor como la HINT (Harris Infant Neuromotor Test) (282,283) que ha mostrado una validez

predictiva de alteraciones del desarrollo similar a la escala de motricidad infantil AIMS (Alberta Infant Motor Scale) (284).



**Figura 23.** Muestra de la utilización de patrones planos de alto contraste para estimular la rotación cervical activa y los cambios de posición.

### Recomendaciones para la familia

- Cambiar de posición la cabeza del bebé durante el día para prevenir las presiones en el mismo lugar.
- Limitar el tiempo en posición supina en la silla del coche, la hamaca y el carrito.
- Cambiar la posición de la cuna respecto a la puerta para estimular al bebé a que mire en dirección opuesta a su aplanamiento.
- Cambiar la posición de la cabecera de la cuna cada semana.
- Ofrecer estimulación visual al niño en todos los campos de visión.
- Ofrecer estímulos de visión con la cara de la madre, objetos y patrones planos.
- Cambiar la posición de juguetes, móviles y cuna semanalmente.
- Vigilar la posición de “candelabro” (brazos levantados y en rotación externa) y asegurar que el bebé tenga oportunidades de jugar e interactuar delante de el y a sus dos lados.
- Reconocer y tratar la tortícolis, la plagiocefalia y la retracción de hombros lo antes posible para un tratamiento óptimo en fisioterapia.

**Tabla 10.** Tabla de recomendaciones adaptada de Jones (2004) para la prevención y tratamiento de la deformación craneal (149).

Los aspectos principales que han mostrado eficacia en la prevención a través de la educación a los padres son: preparar el entorno del bebé para no restringir los movimientos espontáneos del bebé; que el bebé reciba estímulos desde todas las direcciones por igual; juegos y otros objetos interesantes deben estar esparcidos por el suelo y si es necesario cambiar sus posiciones; la cama o cuna debe tener la cabecera cerca de una ventana; al manejar al bebé hacerlo a los dos lados por igual (la cabeza del bebé apoyada tanto en el brazo derecho como en el izquierdo); el bebé ha de pasar tiempo en prono cuando esté despierto y bajo supervisión con el mínimo tiempo en sillas de coche o hamacas; si el bebé presenta preferencia posicional de la cabeza hay que colocar objetos interesantes en el lado opuesto, así como al cogerlo, dar el biberón, posición para dormir y otras actividades. Además los padres deben estar informados sobre ejercicios de estiramiento para los músculos cervicales que pueden utilizarse si el bebé muestra un desequilibrio muscular en el cuello por diferencia de rotación o inclinación (240) (tabla 10).

Uno de los estudios donde la fisioterapia ha mostrado clara eficacia en la prevención de plagiocefalia deformacional ha sido en un programa precoz sobre bebés de 7 semanas realizado por van Vlimmeren y cols. (2008). La edad de intervención sugiere un objetivo preventivo, consistente en ejercicios para reducir la preferencia posicional y estimular el desarrollo motor, y formación a los padres sobre cambios posicionales y sobre cómo llevar a los niños, animando a los padres a posicionar a sus hijos más tiempo boca abajo cuando están despiertos “tummytime” (237). Baird et al. (2016) en su guía clínica basada en la evidencia sostiene la eficacia de la fisioterapia, en la prevención a la edad de 7 semanas con un nivel I (alta certeza clínica) (285).

Dormir boca arriba sigue siendo recomendado como la posición más segura para la mayoría de los bebés y debe continuarse así, a no ser que haya contraindicación médica, durante los primeros 6 meses (242). Aunque esta indicación esté en vigor estimular los tiempos en prono forma parte de las recomendaciones básicas en la fisioterapia de prevención. El tiempo en posición prona de los bebés para jugar cuando están despiertos y acompañados ha mostrado muchos beneficios tanto en la prevención de la plagiocefalia (149, 237) como en la mejora del desarrollo motor y postural del bebé (147, 242, 286–288). De hecho la falta de tiempo en posición prona cuando están despiertos para jugar ha mostrado estar asociado con un resultado bajo en desarrollo a los 6 meses de edad (157). Y al contrario, los bebés que pasan más tiempo en posición prona, incluso los que duermen en esa posición, adquieren antes hitos motores como girar de posición prona a supina, reptar, gatear, sentarse en trípode o ponerse en pie empujando (147).

Ya en 1996, la Asociación Americana de Pediatría recomendaba un cierto tiempo de posición prona mientras el bebé estaba despierto y vigilado por razones de desarrollo y para prevenir aplanamientos en el occipital (247).

A pesar de las publicaciones y de páginas webs para padres, estos reportan ciertas barreras para ofrecer tiempos en prono a los bebés. Entre estas barreras destacan la falta de comprensión de las recomendaciones oficiales o el miedo a la muerte súbita (238). Por ello puede ser necesario facilitar consejos y estrategias para promover el tiempo en posición prona (tabla 11).

Otros aspectos de la educación para los padres de cara a prevenir la plagiocefalia o disminuir su agravación es favorecer el uso del porteo (289) que no sólo alivia los

apoyos sino que se muestra como una gran estimulación del desarrollo (290, 291) y una actividad calmante y vinculante (292).

### Estrategias para promover el tiempo de juego en prono

- Proporcionar tiempo de juego en prono o de lado supervisado, diariamente.
- Comenzar con 15 minutos al día e incrementar en 1 minuto a la semana.
- Si al bebé no le gusta inicialmente estar en posición prona, colocar una toalla enrollada en su pecho para así disminuir su espesor conforme el bebé progresa. Esto permite al bebé trabajar con el control de la cabeza así como fortalecer la parte superior del cuerpo mientras está en una posición más funcional para la estimulación visual y el juego.
- Los padres pueden tumbarse en supino con el bebé boca abajo sobre su pecho mientras interactúan.
- Los padres pueden colocar al bebé boca abajo en una mesa o en una silla de bebé y así sentarse en su rango de visión mientras lo mantienen con una mano por seguridad.
- Poner objetos interesantes (p.ej. juguetes, dibujos, etc.) en su campo visual. Recordar que el objeto más interesante para un bebé es la cara de su madre.

**Tabla 11.** Tabla de estrategias para promover el tiempo de juego en posición prona. Adaptado de Jones (2004) (149).

Ballardini y cols. (2018) subrayan la necesidad de mejorar la prevención con una educación antes del nacimiento y después del nacimiento a través de mensajes coherentes y uniformes por parte del grupo de profesionales de la salud (54), en particular por parte del personal de enfermería en los periodos perinatales o de hospitalización (241, 293, 294).

A pesar de la necesidad de educación de la familia para la prevención de la plagiocefalia y de los problemas de desarrollo asociados, se observa una falta de información por parte de los sistemas de salud. Koren y cols. (2010) afirman que ha habido una falta de claridad y de formación tanto para padres como para profesionales de la salud en relación con pasar más tiempo en prono cuando los bebés están despiertos. Así como la campaña “Back to Sleep” (dormir boca arriba) ha modificado la forma en la que las madres ponen a dormir a sus bebés, el tiempo en prono para jugar sigue limitado en tiempo y duración (238).

Jennings et cols. (2005) estudiaron la vía más eficaz para la comunicación a los padres sobre las posiciones ideales para el desarrollo de sus bebés, entre video, verbal y a través de folleto. Concluyen que una intervención puede ser simplemente un folleto que contenga la información fundamental sobre la importancia de practicar el tiempo en prono de forma temprana y regular con los bebés despiertos y vigilados. En su estudio, el 88% de los bebés cuyos padres recibieron el folleto fueron colocados boca abajo más de una vez al día, y esos niños puntuaron significativamente más en las escalas de desarrollo (295).

Williams (2018) en un comentario sobre la práctica clínica evidencia que los fisioterapeutas deberían llegar a los médicos y al personal de enfermería de pediatría en

los centros de salud, y ofrecer educación en la vía de la detección temprana, las estrategias de prevención y el valor de referir a fisioterapeutas pediátricos cuando los padres observan una orientación asimétrica de la cabeza (296).

El desarrollo motor del bebé no solo es un importante factor de la integridad neurológica sino que cuando no es óptimo está en correlación con una mayor incidencia de plagiocefalia posicional(2), es por ello fundamental la educación materna. Ravenscroft y Harris (2007) proponen explorar la relación entre la educación materna y el desarrollo neuromotor en bebés típicos, y estimular esa educación para mejorar en el entorno de estimulación en casa(297).

### **1.12.2.2. Fisioterapia en el tratamiento**

No es sencillo encontrar una fisioterapia de tratamiento específico bien diferenciada de la fisioterapia de educación y prevención. La intervención con fisioterapia pediátrica en distintos estudios consistió en ejercicios para reducir la posición preferencial y para estimular el desarrollo motor, dando consejos a los padres para el posicionamiento, el manejo del bebé y los cuidados. Esto suele estar apoyado por algún documento escrito con los consejos básicos (84, 237).

En los estudios que analizan la intervención con fisioterapia pediátrica cuando está presente el diagnóstico de tortícolis congénita, se suele incluir los estiramientos de la musculatura cervical contracturada cuando está presente el diagnóstico de tortícolis congénita (33), la promoción de posturas variadas para el juego en decúbito prono o la educación a los padres sobre el reposicionamiento y contraposicionamiento de los bebés (33, 237, 298).

Van Vlimmeren y cols. (2008) realizaron un estudio de intervención con 8 sesiones de fisioterapia en bebés de entre 7 semanas y 6 meses. Al inicio, en la primera semana se realizaron 3 sesiones por semana y el segundo y tercer mes, cada dos o tres semanas. Algunas sesiones se realizaban en la casa del niño. En la terapia se realizaban ejercicios para reducir la posición preferencial, para estimular el desarrollo motor y se ofrecieron a los padres consejos sobre posicionamiento, manejo, cuidados y formación sobre las causas de las preferencias posicionales. Además, los padres recibieron un folleto que describía las medidas básicas de prevención. Se fomentó el tiempo de juego en posición prona siempre despiertos. En el grupo control los padres solo recibieron el folleto sin información adicional (237).

En los estudios de campo con fisioterapia, las técnicas aplicadas son descritas muy brevemente y no contienen información sobre aspectos específicos, frecuencia y duración. En algunos estudios la fisioterapia es aplicada por los padres que deben girar la cabeza del bebé de forma diaria (299, 300).

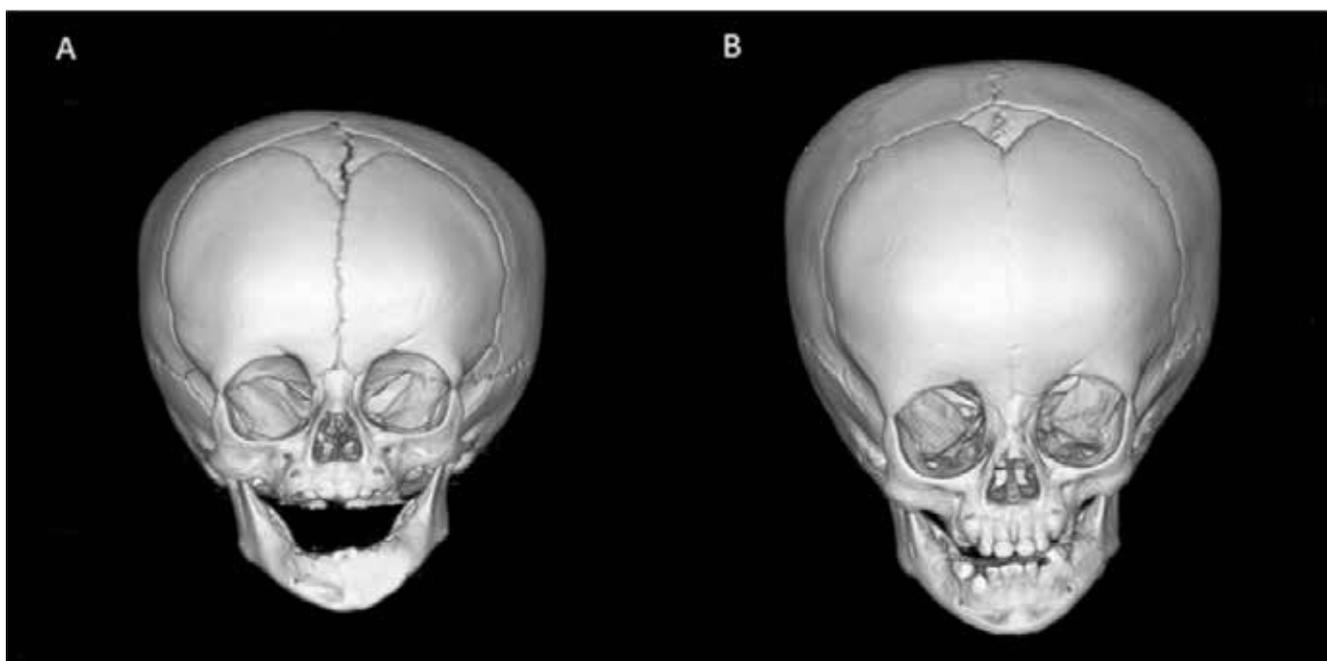
A pesar de los numerosos estudios realizados no hay evidencia clara sobre la efectividad de la fisioterapia comparada con el reposicionamiento, quizá debido a la falta de estudios comparativos, la falta de medidas unificadas o la no aleatorización de los participantes en los grupos de tratamiento (298). Algunos estudios sugieren un ligera mayor eficacia del reposicionamiento o el uso de almohadas para dormir sobre la aplicación de la fisioterapia por los padres (81).

A pesar de la evidencia que soporta a la fisioterapia pediátrica, un considerable porcentaje (alrededor del 30%) de los bebés que reciben terapia mantiene su deformación a los 6 meses (237). Al parecer los bebés que comienzan la fisioterapia más mayores suelen responder pobremente al tratamiento (301).

A pesar de que existen estudios de intervención con fisioterapia a base de consejos de reposicionamiento (237) y estiramientos genéricos en los casos de tortícolis congénita, existen hasta ahora muy pocos estudios de intervención con una aplicación de Terapia Manual Pediátrica (TMP), donde se aplique terapia manual sobre la columna cervical y los huesos del cráneo del bebé con plagiocefalia deformacional posterior. La estimulación de los tiempos en posición prona (tummy time) para estimular el juego siempre despiertos es una parte fundamental de la fisioterapia no solo preventiva sino también de tratamiento (237). Además hay evidencia de que el tiempo en prono despierto mejora los resultados en la escala de motricidad AIMS (287, 288).

Frenton y cols. (2018) mostraron cambios en la asimetría de la rama mandibular consecuente a la tortícolis congénita, en bebés con PD tratados con fisioterapia. A pesar de las limitaciones del estudio como el pequeño tamaño muestral, supone una evidencia de cambio sobre aspectos de asimetría craneal y no solo de movilidad cervical (225) (figura 24).

Baird y cols. (2016) en una revisión sistemática sobre PubMed y Cochrane, concluyen que, dentro de los límites de su estudio, la fisioterapia es significativamente más efectiva que la educación de reposicionamiento para la PD. No observaron diferencia entre la fisioterapia y el cojín, sin embargo, la recomendación de la American Academy of Pediatrics está en contra de las almohadas para permitir un entorno seguro. En sus recomendaciones destaca que la fisioterapia está recomendada sobre la educación de reposicionamiento, por si sola, para reducir la prevalencia de PD en bebés de 7 semanas de edad. Fuerza de la recomendación: Nivel I (alta certeza clínica) (285).



**Figura 24.** Imagen que evidencia el cambio entre antes y después de fisioterapia en un bebé con tortícolis y plagiocefalia. Fenton y cols. (2018) (225)

### 1.12.3. Terapia manual en pediatría

La Asociación Americana de Fisioterapia (APTA) define las técnicas de Terapia Manual como “amplio grupo de intervenciones pasivas en las que el fisioterapeuta usa sus manos para administrar movimientos entrenados dirigidos a modular el dolor; incrementar el rango articular de movimiento; reducir o eliminar la inflamación tisular; la inflamación; la restricción; inducir relajación; mejorar la extensibilidad contráctil y no contráctil; y mejorar la función pulmonar. Estas intervenciones incluyen una variedad de técnicas y la aplicación de fuerzas graduales (302) (tabla 12).

La terapia manual ha sido definida por el Prof. Kaltenborn como el arte y la ciencia del tratamiento de las condiciones neuro-músculo-esqueléticas disfuncionales del ser humano, mediante manipulaciones musculares y articulares analíticas basadas en el estudio biomecánico de las mismas (303).

Tipo de técnica	Características
Movilización	Técnicas pasivas dirigidas a restablecer la función articular completa y sin dolor a través de movimientos rítmicos pasivos y repetitivos en la tolerancia del paciente, en rangos de movimiento voluntario y/o accesorio.
Manipulación	Un movimiento de pequeña amplitud decisivo, único y rápido, de localización precisa local o global que sigue a un posicionamiento cuidadoso del paciente.
Técnicas músculo-energía	Un método manualmente asistido de estiramiento/movilización donde el paciente activamente usa sus músculos, bajo demanda, mientras mantiene una posición objetivo, con una fuerza exterior.
Estiramiento pasivo	Un abordaje pasivo que alarga un músculo específico y el tejido conjuntivo estirando una articulación en un plano o en distintos planos.
Movilización de tejidos blandos	Técnica manual asociada a masaje o trabajo sobre tejido profundo como puede ser músculo.

**Tabla 12.** Distintos tipos de terapia manual, adaptado de Cook, 2010 (304).

La terapia manual tiene distintos tipos de beneficio en el tratamiento del dolor musculoesquelético: biomecánico, neurofisiológico y psicológico, principalmente (305) (tabla 13). La terapia manual ha mejorado mucho su evidencia en adultos en los últimos años, pero parece que falta evidencia de su aplicabilidad y resultados en pediatría.

Aspectos	Descripción
Cambios biomecánicos	Cambio en la amplitud de movimiento y del comportamiento articular medible
Cambios musculares reflejos	Cambio en la tensión muscular o el espasmo reflejo asociado

Aspectos	Descripción
Cambios neurofisiológicos	Cambio en la tolerancia al dolor gracias a la activación de la mediación central
Cambios psicológicos	Cambio psicológico asociado a la satisfacción del paciente, el placebo o las experiencias

**Tabla 13.** Cambios que la terapia manual produce sobre el paciente en el sistema musculoesquelético. Adaptado de Cook, 2010 (304).

La terapia manual pediátrica (TMP) es una aplicación de la terapia manual al campo pediátrico y recoge la aplicación de terapia manual a la realidad neuro-músculo-esquelética y fisiológica del bebé y el niño, diferentes por otra parte a la del adulto (306, 307).

Entre el amplio número de metodologías y técnicas incluidas en la terapia manual, las publicaciones que documentan la aplicación en terapia manual en pediatría incluyen técnicas y procedimientos provenientes del campo de la osteopatía (308-310) y la quiropraxia (311, 312), aunque se han aplicado también otras técnicas como la cinesio-ología, la movilización y el estiramiento, o la Terapia Cráneo Sacral (tabla 14).

Tipo de técnica aplicada	Definición
Terapia Espinal Manipulativa (TEM)	Cambio en la amplitud de movimiento y del comportamiento articular medible
	Procedimiento incluyendo trust a alta velocidad, baja amplitud, más allá del rango pasivo de movimiento, pero en los límites de la integridad anatómica. Normalmente procedente de la Quiropraxia (312, 313).
	Cambio en la tolerancia al dolor gracias a la activación de la mediación central
Terapia Manipulativa Quiropráctica (TMQ)	Sinónimo de TEM pero realizado por un doctor en quiropraxia (314).
Movilización	Procedimiento de oscilación de baja amplitud y baja velocidad, dentro del rango de movimiento activo o pasivo (226).
Estiramiento	Procedimiento para alargar una estructura muscular o tisular que limita la movilidad activa o pasiva (299). Es difícil de diferenciarla de una movilización pasiva en el tratamiento de la tortícolis congénita (226).
Terapia Manual Osteopática (TMO)	Manipulación física de diversos tejidos y partes del cuerpo que incluye el masaje suave y estiramiento, el thrust de alta velocidad, la movilización suave de baja amplitud y las técnicas neuromusculares. A veces puede ser clasificada como una movilización (314).
Manipulación Visceral Osteopática (MVO)	Procedimiento directo sobre órganos del cuerpo para ayudar a la función del músculo liso, influir en la biomecánica somática y en los mecanismos de fluidos del cuerpo (315).

Tipo de técnica aplicada	Definición
Terapia Craneo Sacral (TCS)	Grupo de procedimientos manuales basados en la teoría desarrollada por J.E. Upledger (316) según el cual, las restricciones en la suturas craneales afectan negativamente a los impulsos rítmicos que comunican el cráneo y el sacro a través del fluido espinal (317, 318).

**Tabla. 14** Tipos de procedimientos de la Terapia Manual en el campo pediátrico, adaptado de Parnell Prevost y cols. (2019) (314).

Las publicaciones sistemáticas solo justifican ciertos tipos de terapia manual y faltan estudios quiroprácticos de calidad. Parnell Prevost y cols. (2019) realizaron la primera revisión sistemática sobre terapia manual aplicada a la población pediátrica. Esta revisión evaluó el uso de la terapia manual para condiciones clínicas en la población pediátrica, valorando la calidad metodológica de los estudios y resumiendo los hallazgos. Finalmente, 32 artículos fueron elegidos por su alta calidad como estudios aleatorizados y controlados y otros 18 observacionales (314). Entre los estudios, el único de calidad, relativo al tratamiento de asimetrías craneales, fue el de Cabrera-Martos (2016) con una población de estudio de 46 sujetos, en la que se apreciaron mejores resultados aplicando Terapia Craneo Sacral (TCS) que con el tratamiento usual. La ventaja fue relativa a la asimetría craneal, a una menor duración del tratamiento y a la mejora del comportamiento motor. Todo ello sin efectos adversos durante el periodo de tratamiento (310).

Biedermann ha sido un pionero en la propuesta de una terapia manual para niños. Es particularmente conocido por la descripción de un tipo de disfunción cervical en el bebé a la que llama KISS (Kinematic Imbalance due to Suboccipital Strain) (311). Biedermann atribuye la mayor parte de las disfunciones cervicales en bebés y neonatos a un trauma del parto. Esta disfunción cervical tiene una influencia no solo sobre la posición de la cabeza del bebé o sus patrones posturales sino también sobre síntomas como los cólicos. La manipulación que realiza como tratamiento es un impulso corto lateral sobre la apófisis transversa de la primera cervical, normalmente lateral puro, pero a veces con un componente de rotación. Según su experiencia en la mayor parte de los casos es suficiente con una sesión (311, 312).

### 1.12.3.1. Posibles efectos adversos

La Terapia Manual Pediátrica (TMP) es controvertida dentro de la comunidad médica particularmente respecto a los posibles efectos adversos de su práctica. Esto es más notable en el tratamiento del raquis cervical del bebé y el niño ya que presenta diferencias con respecto al adulto (319).

Todd y cols. (2015) realizaron una revisión de la literatura sobre los efectos secundarios adversos debidos a la quiropraxia y otras terapias manuales en bebés y niños. Los casos de efectos adversos serios publicados son raros. De los casos registrados por los autores solo dos intervenciones fueron realizadas por fisioterapeutas. Una fue una técnica de Vojta con manipulación espinal y estimulación eléctrica en la que se provocó una hemorragia subaracnoidea y la muerte; la otra fueron manipulaciones de miembros inferiores con palanca larga que conllevó la fractura de la pierna. El resto de casos se refieren a manipulaciones rápidas o forzadas osteopáticas y quiroprácti-

cas. En casi todos los casos de tratamientos problemáticos se advirtieron patologías previas subyacentes, por lo que los autores recomiendan realizar un historial extenso y un examen para excluir anomalías anatómicas o neurológicas antes de la aplicación de cualquier terapia manual (320).

Hawk et cols.(2016) (321) desarrollaron una serie de recomendaciones consensuadas destinadas al tratamiento manual sobre niños de cara a protegerlos de una intervención con quiropraxia, una metodología considerable como terapia manual. Entre ellas se encuentran las siguientes:

- La fuerza biomecánica debe ser modificada en proporción al tamaño del niño.
- Los procedimientos manuales deben ser modificados para acomodarse a un esqueleto en desarrollo.
- Los procedimientos manuales deben tener en cuenta la mayor flexibilidad y menor masa muscular del niño, utilizando fuerzas ligeras y suaves.
- El terapeuta debe adaptar la intervención y las técnicas sobre tejido blando a las necesidades y confort del niño.

### **1.12.3.2. Terapia manual en la plagiocefalia deformacional**

Muy pocos estudios han analizado el efecto de la terapia manual en la plagiocefalia no sinostósica. En la mayoría de esos estudios se aplicaron protocolos osteopáticos (309, 322, 323) o quiroprácticos (324–326). La mayor parte de estos trabajos no han conseguido establecer un grado suficiente de evidencia debido a que son generalmente estudios de casos, sin grupos control o estudios sin aleatorización.

Cabrera-Martos y cols. (2016), realizaron un estudio piloto controlado y aleatorizado aplicando un tratamiento estándar de reposicionamiento y casco en plagiocefalias severas. En el grupo de intervención se aplicó un protocolo de terapia manual. El objetivo principal del protocolo fue reducir la sobrecarga mecánica y mejorar el movimiento articular en la sincondrosis esfenobasilar, en la articulación atlanto-occipital y en el sacro. Fueron sesiones de 45 minutos, donde el bebé estaba en posición supina. La técnica empleada fue colocar el índice sobre el ala mayor del esfenoides, el dedo medio en el pterion, el cuarto dedo en el ángulo lateral del occipital y el pulgar en la línea media. Se utilizaron técnicas de modelado y descompresión. El tratamiento con terapia manual redujo significativamente la duración del tratamiento ortésico (310).

En otro estudio del 2017, Billi y cols. (2017) aplicaron 5 sesiones de 30 minutos en dos meses, de terapia manual funcional basada en un protocolo osteopático (327). Tras la intervención observaron una ligera mejoría en 7 de los 10 casos. Utilizaron un grupo control histórico a partir de un trabajo de Van Vlimmeren y cols. (2008) (237).

Lessard y cols. (2011) realizaron un estudio piloto con tratamiento osteopático sobre 12 bebés en los que apreciaron un cambio significativo en las medidas craneométricas pero sin grupo control. Se realizaron 4 tratamientos, de 60 min, con una periodicidad de 2 semanas. Utilizaron técnicas de compresión-descompresión intraóseas, técnicas de relajación de suturas, corrección del “strain” esfenobasilar, técnicas de expansión basilar, técnicas de membranas de tensión recíproca, técnicas miofasciales y técnicas sobre las cinturas pélvica y escapular. Ninguna de esas técnicas fue descrita con exactitud (322).

### 1.13. Justificación del estudio

La plagiocefalia deformacional parece ser una alteración musculoesquelética bastante frecuente ligada a disfunciones cervicales en el bebé, alteraciones del neurodesarrollo y falta de educación de la familia, para la que la fisioterapia aún no ha demostrado una eficacia específica sobre las alteraciones del cuello y del cráneo.

Además de la fisioterapia educativa, los protocolos de reposicionamiento, la estimulación del bebé a los lados y en el centro, el aumento de los tiempos en prono y otras recomendaciones, es posible que una fisioterapia más manual pueda mejorar los rangos de movilidad cervical y mejorar la morfología craneal en las PD.

La Terapia Manual (TM) ha aumentado la calidad de su evidencia en los últimos años aunque la amplia mayoría de evidencia sobre la TM ha sido demostrada en adultos. Deberíamos preguntarnos cual es la reproductibilidad de estos estudios en la población pediátrica. Es posible que con 16-18 años tengamos los mismos resultados que con adultos pero con niños o con bebés ¿serían extrapolables los beneficios? ¿qué tipo de movilizaciones o técnicas serían eficaces para esas disfunciones y para ese grupo de población?

La intención de este estudio ha sido aplicar un protocolo específico de Terapia Manual Pediátrica (TMP) a un grupo de sujetos con plagiocefalia deformacional, para analizar su eficacia tanto en el rango de movilidad cervical como en la mejora de las variables antropométricas del cráneo. Este protocolo de TMP ha sido añadido a la fisioterapia educativa que ya dispone de suficiente evidencia, al menos sobre el aspecto preventivo de la PD.

# HIPÓTESIS Y OBJETIVOS



## 2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

### 2.1. Hipótesis

El tratamiento con Terapia Manual Pediátrica (TMP) específica para las disfunciones neuro-músculo-esqueléticas de la plagiocefalia deformacional posterior añadido a fisioterapia educativa es más efectivo que la aplicación única de fisioterapia educativa en la mejora de los índices craneales y de la movilidad cervical y en el avance del neurodesarrollo en niños con indicios físicos de esta patología.

### 2.2. Objetivos

#### **Objetivo general:**

Comparar la eficacia de la Terapia Manual Pediátrica aplicada junto a un protocolo de fisioterapia educativa frente a la aplicación aislada del protocolo de fisioterapia educativa para el tratamiento de la plagiocefalia deformacional en:

- a. La mejora de la simetría craneal y la amplitud de la movilidad cervical.
- b. La normalización de los índices craneales de los bebés con plagiocefalia.
- c. La normalización del neurodesarrollo.
- d. El cambio percibido por los padres sobre el estado del niño.

#### **Objetivos específicos:**

1. Estudiar la fiabilidad intra e inter examinador de las mediciones para la valoración de la simetría craneal y de la movilidad cervical.
2. Describir las características demográficas y basales de toda la muestra de estudio.
3. Describir la simetría craneal, la amplitud de la movilidad cervical y el estado de neurodesarrollo en cada uno de los grupos de intervención al inicio y al final del estudio.
4. Comparar la simetría craneal, la amplitud de la movilidad cervical y el estado de neurodesarrollo entre el inicio y el final del estudio en cada uno de los grupos.
5. Comparar la simetría craneal, la amplitud de la movilidad cervical y el estado de neurodesarrollo entre los dos grupos.
6. Analizar las relaciones entre las características demográficas y basales y los resultados de las intervenciones.
7. Estudiar la influencia de la mejora en el rango cervical en la normalización de los índices craneales y el neurodesarrollo.
8. Estudiar las relaciones entre el cambio en la circunferencia máxima craneal con el cambio en la mejoría de los índices craneales.
9. Estudiar la influencia de la intervención precoz en la normalización de los índices craneales.
10. Analizar la influencia de la mejora en los índices craneales en la normalización del neurodesarrollo.
11. Observar el efecto de las intervenciones en la percepción de los padres respecto a los cambios en el estado del niño.



# METODOLOGÍA



## 3. METODOLOGÍA

### 3.1. Diseño del estudio

Se llevaron a cabo los estudios de fiabilidad intraexaminador e interexaminador de las mediciones para la valoración de la simetría craneal y de la movilidad cervical.

Se desarrolló un estudio de intervención a modo de estudio piloto para el cálculo del tamaño muestral necesario para el ensayo clínico.

A continuación, se llevó a cabo un ensayo clínico controlado, en paralelo, aleatorizado y simple ciego para contrastar la hipótesis principal.

### 3.2. Cálculo del tamaño muestral

#### 3.2.1. Cálculo del tamaño muestral para el estudio de fiabilidad intraexaminador e interexaminador

De acuerdo con el método de Walter y cols. (1998), desarrollado para calcular el número requerido de sujetos para un estudio de fiabilidad, donde la fiabilidad se mide utilizando el coeficiente de correlación intraclass, siendo 0,8 el mínimo nivel aceptable de fiabilidad y 0,9 el máximo nivel de fiabilidad esperado, se necesitan 45,8 sujetos, admitiendo los siguientes valores para los errores de tipo I y de tipo II:  $\alpha=0,05$  y  $\beta=0,20$ . Si se admitiera un nivel mínimo aceptable de fiabilidad de 0,7 y un máximo de 0,9, el número de sujetos sería 18,4, asumiendo los mismos valores para los errores (327).

En este estudio se contó con 62 sujetos para el estudio de fiabilidad intraexaminador e interexaminador de los valores antropométricos, y con 44 sujetos para el estudio de fiabilidad de las medidas repetidas en la aplicación GeoCebra v.6 utilizada para la medición del rango de movimiento de rotación activo de la columna cervical, lo que es muestra suficiente para garantizar un grado de acuerdo bueno o casi perfecto, de acuerdo a Koo y cols. (2016) (valores menos de 0.5 son indicativos de baja fiabilidad, valores entre 0.5 y 0.75 de acuerdo moderado, valores entre 0.75 y 0.9 de un buen acuerdo, y valores mayores de 0,90 de una excelente fiabilidad) (328).

#### 3.2.2. Cálculo del tamaño muestral para el ensayo clínico

Las variables dependientes que se han elegido para el cálculo del tamaño muestral han sido el rango de movilidad activa del cuello (ROMtotal) y el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC).

En el estudio piloto realizado con 41 sujetos se han obtenido las siguientes medias y desviaciones típicas, que se han utilizado para el cálculo del tamaño muestral (tablas 15 y 16).

Media	Exploración Inicial (n=41)	Exploración Final (n=33)	Diferencia
ROM Total (°)	120,3809	160,3382	39,9573
IABC (%)	8,0418	3,5209	4,5209

**Tabla 15.** Tabla del cálculo del tamaño muestral para el ensayo clínico tomando la Media.

Desviación típica	Exploración Inicial (n=41)	Exploración Final (n=33)	Media
ROM Total (°)	22,17362	12,90976	17,54168735
IABC (%)	3,63619	2,19007	2,913131508

**Tabla 16.** Tabla del cálculo del tamaño muestral para el ensayo clínico tomando la Desviación típica.

El cálculo del tamaño muestral se ha realizado con la Calculadora de Tamaño muestral GRANMO (<https://www.imim.cat/ofertadeserveis/software-public/granmo/>) con el menú de comparación entre dos medias independientes con un contraste bilateral y los siguientes valores: riesgo alfa 0,05; riesgo beta 0,20; una razón de 1 del número de sujetos entre los grupos y estimando un 0% de pérdidas de seguimiento, obteniéndose los siguientes tamaños muestrales:

### **Rango de Movilidad Cervical Activa de Rotación (ROMcar total)**

Aceptando un riesgo alfa de 0.05 y un riesgo beta de 0.2 en un contraste bilateral, se precisan 4 sujetos en el primer grupo y 4 en el segundo para detectar una diferencia igual o superior al 39.9573 unidades. Se asume que la desviación estándar común es de 17.54168735. Se ha estimado una tasa de pérdidas de seguimiento del 0%.

### **Índice IABC (Índice de Asimetría de Bóveda Craneal)**

Aceptando un riesgo alfa de 0.05 y un riesgo beta de 0.2 en un contraste bilateral, se precisan 7 sujetos en el primer grupo y 7 en el segundo para detectar una diferencia igual o superior al 4.5209 unidades. Se asume que la desviación estándar común es de 2.913131508. Se ha estimado una tasa de pérdidas de seguimiento del 0%.

Se decidió realizar el ensayo clínico aleatorizado con una muestra de 15 individuos en el grupo control y 15 en el grupo de intervención, dado que el estudio del cálculo del tamaño muestral basado en el estudio piloto de 41 pacientes tratados muestra que este número de sujetos garantiza la potencia necesaria para detectar cambios estadísticamente significativos.

### **3.3. Captación de pacientes para la muestra**

Se recogió una muestra de 34 pacientes con indicios físicos de plagiocefalia deformacional no sinostósica diagnosticados por médicos pediatras de diversos Centros de Salud de Zaragoza en el sector III y de otros Centros de Salud y Centros Hospitalarios.

Los pediatras derivaron los pacientes al Instituto de Terapias Integrativas de Zaragoza a través de un teléfono de contacto, donde fueron citados para una primera entrevista.

Los pacientes acudieron al Instituto de Terapias Integrativas donde se les proporcionó a los padres un texto de información sobre el estudio (anexo 2), un formulario de consentimiento (anexo 3) y un cuestionario para verificar criterios de inclusión y exclusión necesarios para participar en el estudio y otras informaciones clínicas de interés para el estudio (anexo 4).

### **3.4. Criterios de inclusión**

Para ser seleccionados en este estudio los sujetos debieron:

1. Presentar diagnóstico médico, con indicios físicos de plagiocefalia deformacional posterior no sinostósica.
2. Mostrar una diferencia de al menos 5 mm en los diámetros craneales medidos con calibre.
3. Tener una edad inferior a 6 meses.

### 3.5. Criterios de exclusión

No fueron incluidos en el estudio los sujetos que:

1. Hubieran recibido otros tratamientos fisioterápicos u ortésicos previamente.
2. Presentaran diagnóstico médico de craneosinostosis.
3. Presentaran diagnóstico médico de enfermedades genéticas, metabólicas o neurológicas.
4. Presentaran diagnóstico médico de patologías infecciosas o estados febriles.
5. Presentaran un severo retraso en su neurodesarrollo.

### 3.6. Recogida de datos

Se ofreció a los padres un documento de información sobre el estudio (anexo 2) y un documento de consentimiento otorgado (anexo 3) para firmar tras la lectura del documento informativo y tras ofrecerles tiempo suficiente para responder sus dudas referentes al estudio. Se siguieron las recomendaciones de libertad, no coerción, información económica, información completa y comprensible, confidencialidad y aceptación (329).

Por un lado, los cuestionarios clínicos cumplimentados en las entrevistas con los padres (anexo 4) fueron recogidos en un “formulario clínico”, y por otra parte, los datos de la exploración inicial y final se anotaron en unos formularios (anexos 5, 6 y 7) para una “carpeta de recogida de datos” por parte de examinadores cegados frente a la intervención.

Se diseñó una base de datos que reflejara exactamente el contenido de los formularios y en la que se estableció la matriz de entrada de datos con los rangos o valores posibles, así como las diferentes reglas de coherencia entre variables. Se controló la calidad de la información recibida, mediante la realización de un análisis exploratorio orientado a la detección de valores discrepantes, fuera de rango o ausentes. Así se verificó que ningún error en la recogida de datos o en la transcripción a la base de datos pueda afectar a la calidad del análisis.

La base de datos y su análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el programa SPSS 22.0.

### 3.7. Aleatorización de la muestra

Se hizo una asignación aleatoria de los pacientes a los dos grupos de intervención para evitar posibles sesgos de asignación, para aumentar la probabilidad de que las características conocidas y desconocidas de los pacientes (P. ej. características demográficas y basales) se distribuyeran de forma equilibrada entre los grupos de tratamiento y para aumentar la validez de las comparaciones estadísticas entre los grupos de tratamiento. Los pacientes fueron asignados antes del comienzo del estudio a un grupo de intervención siguiendo un esquema de aleatorización generado por ordenador con el software IBM SPSS Statistics 22.0. Este esquema, no se comunicó a los evaluadores.

### 3.8. Parámetros medidos

Se tomaron las siguientes medidas:

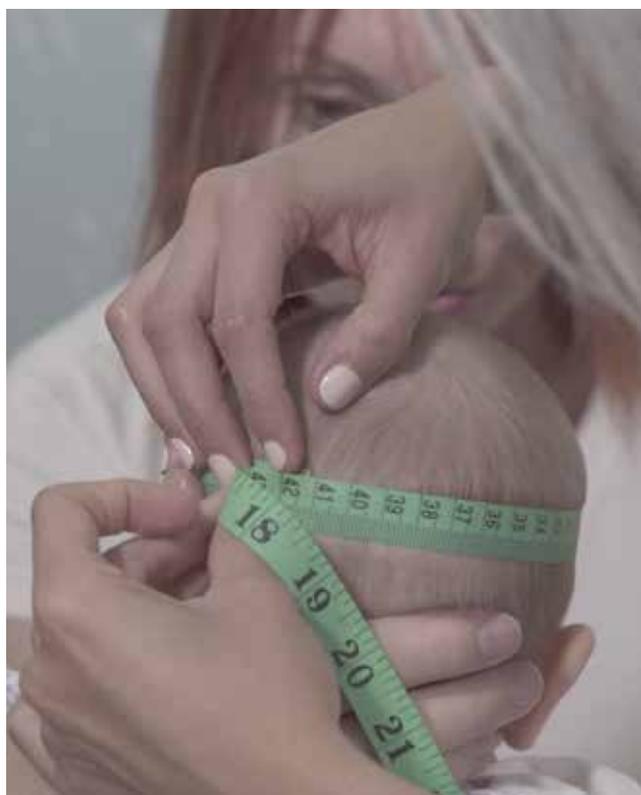
1. Valores antropométricos: (circunferencia máxima craneal, longitud craneal, anchura craneal y diámetros diagonales craneales).
2. Rango de movimiento cervical activo de rotación (ROMcar) a ambos lados.
3. Escala de motricidad infantil AIMS (Alberta Infant Motor Scale) para evaluar la motricidad y el control postural de los sujetos.

#### 3.8.1. Valores antropométricos

##### 3.8.1.1. Circunferencia Máxima de la Cabeza

La medida de la circunferencia máxima craneal (CMC) o circunferencia occipito-frontal es un procedimiento estándar del examen del crecimiento craneal y del desarrollo del cerebro desde hace décadas (330). Es una valoración rápida, simple y económica para un screening sin riesgo de exposición a radiación. Los datos de las medidas de circunferencia craneal y de volumen craneal son de interés multidisciplinar. Sirven para la toma de decisiones en cirugía maxilofacial (331, 332), para estudios de la evolución antropológica (333), tienen mucha importancia para pediatras y neurólogos (334) y es un buen indicador del neurodesarrollo futuro (335–338).

Wendling y cols. (2019) encontraron que el crecimiento de la circunferencia, asociado al tamaño de la fontanela anterior era un indicador de mejor pronóstico en el tratamiento ortésico de la plagiocefalia deformacional (259).



**Figura 25.** Medición de la circunferencia máxima de la cabeza (CMC).

Se tomó la medida de la CMC con una cinta métrica con dos mediciones en cada sesión de evaluación, anotándose la media de las dos mediciones (figura 25).

### **3.8.1.2. Mediciones antropométricas con calibre**

Existen diferentes sistemas de medición para antropometría craneal en plagiocefalia (tabla 17). Las medidas antropométricas con calibre son una herramienta fiable para el diagnóstico y la toma de decisiones en la plagiocefalia deformacional (PD) (259). Es un método fácil, efectivo, de bajo coste y reproducible. Las medidas directas sobre el cráneo utilizando un calibre representan un “gold standard” para la morfología craneal (80, 91). Para ello los examinadores y asistentes han de estar bien entrenados.

Las medidas antropométricas se han descrito frecuentemente para valorar la forma de la cabeza, sin embargo, hay controversia en cuanto a la validez de los datos. No todos los estudios dan a las mediciones con calibre buena fiabilidad interexaminador. Mortenson y Steinbok (2006) apreciaron únicamente la fiabilidad intraexaminador, en un estudio de fiabilidad y reproductibilidad, con dos clínicos independientes. Utilizaron para ello las referencias frontozigomática-aurion contralateral para las diagonales, que no son las referencias recomendadas por otros autores (339) ni las utilizadas en este estudio.

En otro estudio comparativo entre medición por calibre, tomografía computerizada y fotogrametría tridimensional de la longitud (AP) y la anchura (EU-EU) se apreció una falta de precisión del calibre respecto de los otros dos sistemas (20). Posiblemente el problema se encuentra en la fiabilidad interobservador (340).

Skolnick y cols. (2015) realizaron un estudio de comparación entre las medidas directas antropométricas y las medidas digitales. El estudio incluía medidas de la longitud, anchura y diagonales mediante calibre y la medida de la circunferencia mediante metro. En los resultados encontraron una reproductibilidad excelente de todas las medidas de calibre, y apreciaron una fuerte correlación entre las medidas directas y las digitales ( $R^2 > 0.90$ ). Hubo una variación consistente por la que las mediciones con calibre fueron entre 1 y 4 mm más cortas que las análogas digitales (341).

Mendonca y cols. (2013) en un estudio anterior apreciaron menos correlación entre las medidas directas y las digitales, con una diferencia significativa de un 6% en las medidas de longitud antero-posterior y anchura craneal (340).

Las mediciones se realizaron con un calibre “craneómetro mimos” fabricado por Think Pipe Line SLU. (figura 26). Hubo dos examinadores para tomar las medidas. En cada sesión de evaluación cada examinador tomó tres medidas de diagonales y dos medidas de longitud o anchura craneal. Con los datos de las distintas medidas craneales, se calcularon diversos índices craneales.

Las mediciones realizadas por el examinador 1 (anexo 5) se tomaron el primer día de la recepción del sujeto, al día siguiente y una semana después de terminar la última sesión de tratamiento. Se eligieron días consecutivos para las dos primeras mediciones de cara al cálculo de la fiabilidad intraexaminador de las medidas antropométricas. Se consideró 24 horas tiempo suficiente para no recordar los datos tomados en la primera medición y garantizar la fiabilidad de la comparación de medidas.

Tipo de medida	Referencias	Ventajas e Inconvenientes
Estimación visual	Argenta y cols. (2004) (73); Branch y cols. (2015) (74)	Económico y simple, sirve para estimación de la gravedad, pero no ofrece datos numéricos.
Calibre	Wilbrand y cols. (2011) (80); Skolnick y cols. (2015) (341)	Económico y simple, fiable, reproducible y rápido. Puede ser utilizado para medición de la posición de las orejas.
Plagiocefalómetro o flexiband	Van Vlimmeren y cols. (2006) (76); Van Adrichem y cols. (2008) (75)	Económico y simple, fiable, reproducible. No se toman referencias anatómicas en las diagonales. Permite apreciar la forma del cráneo.
Fotografía digital	Schaaf y cols. (2015) (78); Cho IK y cols. (2017) (342)	Poco precisa.
Fotografía digital 3D	Kreutz y cols. (2018) (258); Hinken y cols. (2019) (253); Atmosukarto y cols. (2010) (343)	Fiable, reproducible, muy costoso por la tecnología empleada.
Escaner 2D	Lam y cols. (2017) (254)	Costoso por la tecnología empleada.
Escaner 3D	Steinberg y cols. (2015) (104); Peterson y cols. (2018) (274); Nahles y cols. (2018) (344)	Costoso por la tecnología empleada. Resultados inconsistentes, requiere mayor tiempo para su análisis que las mediciones manuales.
Tomografía Computerizada	Netherway y cols. (2006) (345); Yamaguchi y cols. (2014) (16)	Indicado para indicios de craniosinostosis, costoso. Dificil manejo del bebé y costoso.
Resonancia Magnética	Vannucci y cols. (2011) (336)	Dificil manejo del bebé, costoso.

**Tabla 17.** Diferentes sistemas de medición para las deformaciones craneales.

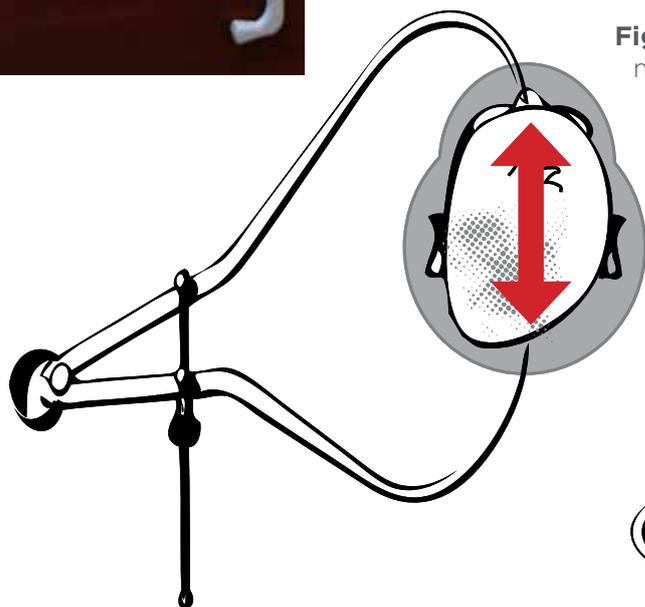
El examinador 2 realizó las medidas el primer día, consecutivamente a la medición del examinador 1 sin que compartieran datos entre ellos (anexo 6). Con las medidas del examinador 1 se realizó el estudio de la fiabilidad intraexaminador de las medidas craneométricas.



**Figura 26.** Calibre de medición fabricado por Think Pipe Line SLU. Los valores antropométricos medidos con calibre fueron la longitud craneal, la anchura craneal y los diámetros diagonales.

### Longitud craneal

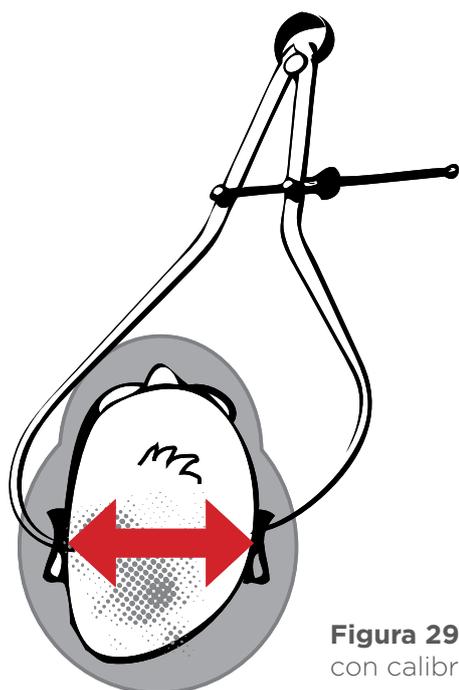
La longitud de la cabeza se tomó posicionando el calibre desde la glabella (g) al opistocráneo (op) En total se tomaron 2 mediciones por examinador registrando la media entre ellas (figuras 27 y 28).



**Figura 27.** Visión superior de la medida de la longitud craneal glabella-opistocráneo (g-op) con calibre.



**Figura 28.** Visión lateral de la medida de la longitud craneal con calibre.



### Anchura craneal

La anchura de la cabeza se realizó posicionando el calibre de eurion a eurion (eu-eu) siendo el eurión el punto más lateral del neurocráneo, que puede ubicarse en el parietal o en la escama del temporal. En el caso de encontrar un desfase de las orejas debida a la asimetría, los puntos de medida se desplazaron de acuerdo con la posición de las orejas (81). En total 2 medidas por examinador tomando la media entre ellas (figura 29).

**Figura 29.** Medida de anchura craneal con calibre. Visión superior.

## Diámetros diagonales del cráneo

Las medidas de los diámetros diagonales están determinadas por la distancia desde el lateral de la ceja hasta la zona occipital contralateral en la sutura lambda. Los puntos de referencia de esta distancia son el punto más medial de la cresta temporal del hueso frontal (fz) y el borde interno de la sutura lambda (lb) en el lado contralateral, que se palpa fácilmente en la primera infancia (81).

Skolnick y cols. (2014, 2016) propusieron la distancia frontozigomático-eurión contralateral (fz-eu) como mejor correlacionada con el perímetro craneal (80). Para este estudio se eligieron las referencias clásicas ya que esta distancia (fz-eu) no parece mostrar la característica global de la deformación craneal en su parte posterior (346, 347).

En este estudio se tomaron tres medidas (fz-lb) por examinador de cada diámetro diagonal tomando la media entre ellas para el análisis estadístico (81). Todas las medidas se tomaron estrictamente manteniendo los puntos de referencia en una horizontal (figuras 30-33).

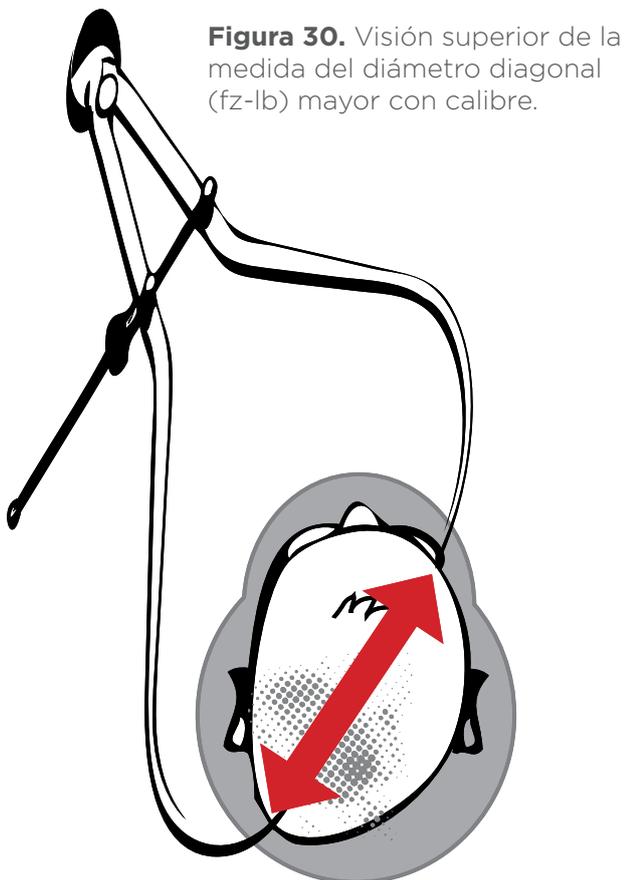


Figura 31. Visión superior de la medida del diámetro diagonal (fz-lb) menor con calibre.



Nombre de la medida	Referencias bibliográficas	Método	Referencias anatómicas	Cálculo
Ratio de Longitud Craneal Oblicua	Hutchison y cols. (2010) (348)	Sistema Heads Up	40° de la línea media	Oblicuidad larga/ Oblicuidad corta
Asimetría Absoluta	Collett et cols. (2013) (119)	Escaner 3D	No particulares	Aplanamiento posterior izquierdo-derecho
Índice de Diferencia de Diámetros Oblicuos ODDI	van Adrichem et cols. (2008) (75); van Vlimmeren y cols. (2017) (84)	Plagio- cefalómetro	40° desde la línea media	Diámetro largo/ corto (*100 para índice)
Diferencia de Diámetros Transversal	Mulliken y cols. (1999) (349)	Calibre	Desde zona orbital a zona occipital aplanada	Diámetro largo- corto
Diferencia Transcranial	Rogers y cols. (2008) (257); Seruya y cols. (2013) (350)	Calibre	Desde zona orbital a zona occipital aplanada	Diámetro largo- corto
Índice de Asimetría de Bóveda Craneal IABC	Loveday y De Chalain (2001) (20); Klubay cols. (2011) (265); Wilbrand y cols. (2011) (80)	Flexicurbe Escaner 3D Calibre	30° desde la línea media Idem Desde fz a sutura lambda en el plano horizontal	Diagonal corta-diagonal larga/ diagonal corta (*100 para índice)
Asimetría de Bóveda Craneal ABC	Lee y cols. (2008) (115)	Calibre	Frontocigomático (fz) a eurion (eu) contralateral	fz dcho a eu izdo - fz izdo a eu dcho
Diferencia de diagonales ABC	Graham y cols. (2005) (269); Wilbrand y cols. (2017) (351)	Calibre	No especificado desde ojo a aplanamiento contralateral	Diagonal largo- corto

**Tabla 18.** Sistemas de medida y cálculos utilizados en la evaluación de PD, adaptado de Weissler y cols. (2016)(352).

### 3.8.1.3. Cálculo de Índices Antropométricos

Con las medidas realizadas con calibre se calcularon el índice craneal (IC) y el índice de asimetría de bóveda craneal (IABC):

## Índice craneal (IC)

El IC representa la anchura de la cabeza en relación a su longitud. Es un índice de la morfología craneal por el que un rango normal de IC se situaría entre el 75% y el 85%, con un margen de error del 4% (80).

$$\text{IC} = \frac{\text{Anchura craneal}}{\text{Longitud craneal}} \times 100$$

Un valor por debajo de 75% sería un indicador de cráneo dolicocefálico, esto es, desproporcionadamente más largo que ancho (figura 3). Por el contrario un valor por encima de 85% indicaría un cráneo braquiocefálico con una anchura más equivalente a la longitud (figura 2).

## Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC)

Existen diferentes sistemas de medida y cálculo de los datos antropométricos (tabla 18). Para este estudio se eligió el índice de asimetría de bóveda craneal (IABC). El IABC fue utilizado por primera vez por Loveday y de Chalain (2001). Para ello señalaron las diagonales en un dibujo bidimensional de la cabeza a partir de la línea de la longitud craneal entre inion y nasion. Las diagonales se marcaron a 30° de la línea de longitud craneal dibujada sobre un papel a partir de una evaluación con un plagiocefalómetro o flexiband (20) (figura 7).

Este índice representa la asimetría de la bóveda craneal en la que una cabeza simétricamente perfecta obtendría un IABC de 0%, mientras que una cabeza será significativamente asimétrica si el IABC está por encima del 3.5%, con un margen de error del 5% (20). Kluba y cols. (2011) utilizaron este índice pero con medidas tomadas con escáner 3D (265).

Wilbrand y cols. (2011) crearon un IABC modificado por la toma de referencias craneométricas, para el que se tomaron medidas antropométricas estandarizadas entre la parte más externa de la órbita y la sutura lambdoidea contralateral y validaron esta técnica de medición con calibre (80). A pesar de las dificultades para medir con calibre por la resistencia de algunos niños los autores encontraron una muy buena fiabilidad con el uso del calibre. En este estudio se utilizaron las referencias craneométricas de Wilbrand y cols. (2011) y el cálculo de índices según Loveday y de Chalain (2001) (20).

$$\text{IABC} = \frac{\text{Diferencia entre diagonales}}{\text{Diagonal corta}} \times 100$$



**Figura 32.** Vista lateral de la toma del diámetro diagonal derecho desde el frontozigomático (fz) ipsilateral a la sutura lambdaidea (lb) contralateral sobre la misma horizontal.



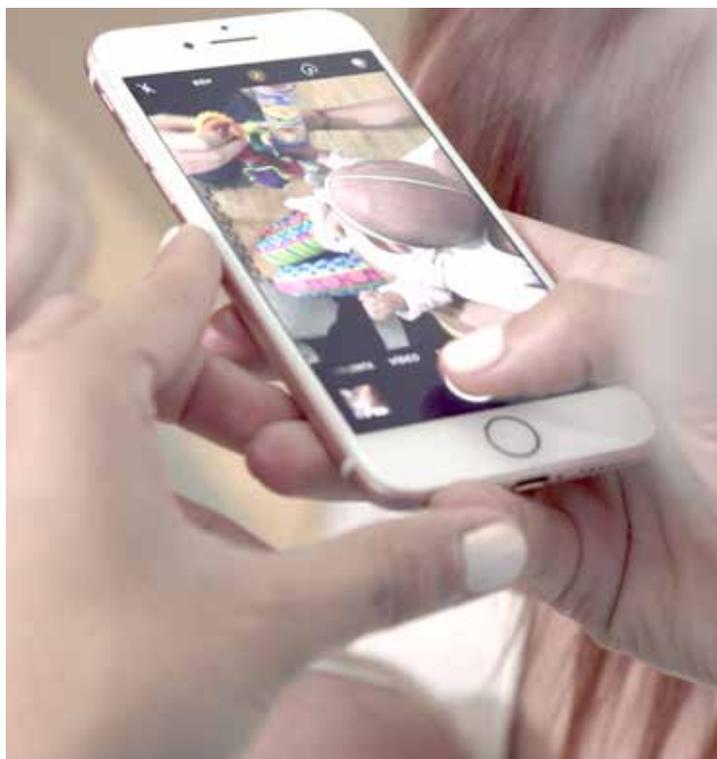
**Figura 33.** Vista superior de la toma del diámetro diagonal derecho desde el frontozigomático (fz) izquierdo a la sutura lambdaidea (lb) contralateral sobre la misma horizontal.

### 3.8.2. Rango de movimiento cervical activo de rotación

La tortícolis congénita parece ser una de las patologías musculoesqueléticas más frecuentes en el bebé. Actualmente se considera tortícolis la limitación de al menos  $15^\circ$  en la rotación pasiva de la columna cervical (52, 226). Por ello la evaluación de la función de movimiento cervical es el aspecto clínico más obvio a ser medido(226), ya que su limitación puede tener efectos consecuentes sobre el desarrollo del bebé, a nivel craneofacial, musculoesquelético y de neurodesarrollo(353).

En la literatura se recogen distintos sistemas para medir el ROM cervical de forma activa (354-357) o pasiva (257, 358), así como la reacción antigraavitatoria de la cabeza con el escala de función muscular (EFM) de Ohman y cols. (2011) (63, 359). La evaluación del ROM activo de rotación ha sido utilizada en distintos estudios y en particular en bebés con PD (Murgia y cols. 2016) (358)

En este estudio se midió el rango de movimiento cervical activo de rotación (ROM-car) en cada dirección y fue estimada asumiendo el centro del cuello como eje de rotación. El ángulo al final del movimiento fue medido con respecto a una línea que une los dos hombros. Para precisar esta evaluación, se diseñó una corona de tela con una tira de fieltro que unía la zona más anterior correspondiente a la altura de la nariz y la más posterior. A pesar de que en algún otro estudio la medición se realizó en decúbito supino (358), se eligió una posición erguida para la medición. La observación clínica de la dificultad para girar la cabeza en bebés con un cráneo dolicocefálico así como el interés por observar el control de la cabeza en el plano sagital fueron las razones para elegir una posición más erguida. Como inconveniente está la dificultad para mantener esta posición en los bebés más jóvenes en los que el control cefálico no está aún bien adquirido.



**Figura 34.** Toma de imagen cenital para el cálculo del ROM cervical activo.

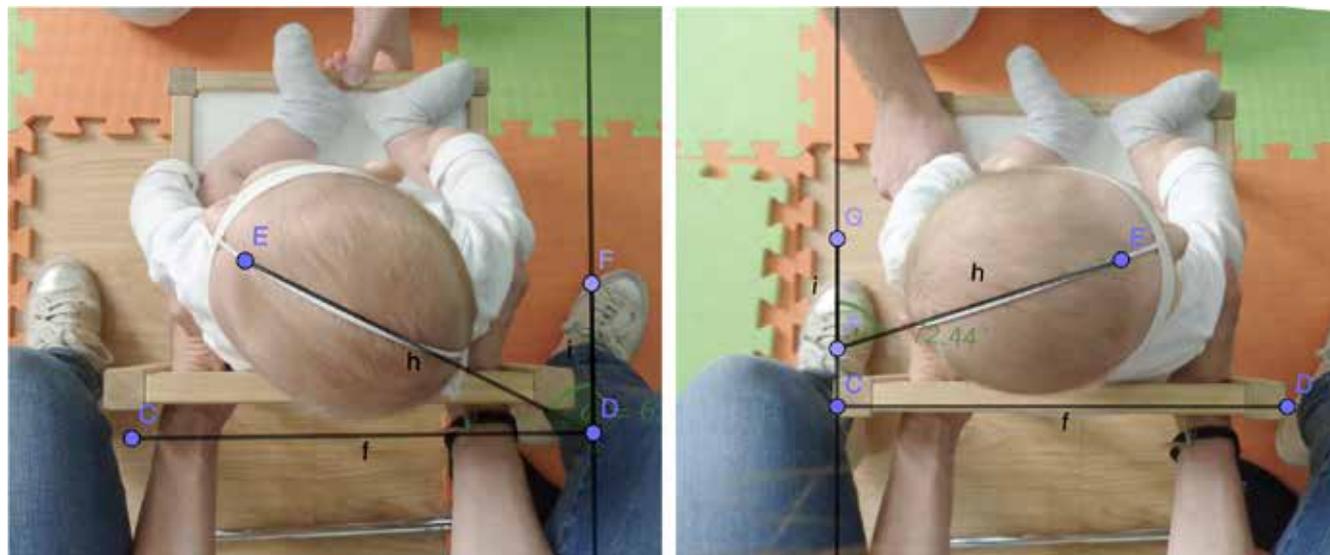
Los sujetos fueron sentados en una silla pequeña con el tronco sujeto por un progenitor y mirando al examinador. El niño fue estimulado con un juguete sonoro que fue desplazado en semicírculo alrededor del niño para provocar la rotación de su cabeza hasta el límite en cada dirección. Se realizaron diversos intentos a cada lado para asegurar el máximo esfuerzo, y se registró mediante imagen fotográfica desde el cénit la rotación angular en cada lado (257) (figuras 34 y 35).

El examinador 1 realizó dos sesiones fotográficas, una el primer día y la otra 24 horas después.

De todas las fotografías, el examinador 1 seleccionó aquellas donde

se apreciaba el mayor ángulo de rotación de cabeza. Estas imágenes fueron analizadas posteriormente con el programa GeoCebra v.6 para la medición angular del ROMcar. El análisis de las imágenes fue realizado por examinador 1 que estaba cegado a la aleatorización de sujetos en el estudio.

Las mediciones del ROMcar se realizaron antes del comienzo de la intervención en dos días consecutivos para estudiar la fiabilidad de la medición.



**Figura 35.** Toma fotográfica coronal para la medición del ROM cervical activo en rotación (ROMcar) izquierdo y derecho medido con GeoCebra v.6

### 3.8.3. Evaluación del desarrollo motor y postural

En los estudios sobre PD se han aplicado distintos tipos de escalas de neurodesarrollo como la Bayley-III o la Fontana-Wermke (61, 257), pero sin duda es la escala de motricidad infantil AIMS (Alberta Infant Motor Scale) la más desarrollada en la literatura para deformaciones craneales y tortícolis congénita (92, 125, 141, 360).

En este estudio se ha aplicado a los bebés la escala de motricidad AIMS. La escala AIMS es una escala observacional validada para la población española (361), que requiere un mínimo de manipulación en el bebé y que recoge de una forma clara el grado de desarrollo postural y motor del bebé hasta los 14 meses (362).

La escala de motricidad infantil AIMS recoge la maduración de la motricidad gruesa de bebés desde el nacimiento hasta los 18 meses (figuras 36 y 37) (anexos 11-15). Consiste en 58 ítems que evalúan cuatro posiciones: prono (21 ítems), supino (9 ítems), sentado (12 ítems) y en pie (16 ítems). Los ítems son valorados en base a criterios específicos como son la distribución del peso, los movimientos antigravitatorios y el alineamiento postural. Para cada ítem observado por el examinador, se le aplica 1 punto mientras que los no observados son valorados en 0 puntos. El valor total se introduce en una tabla (anexo 15) en la que se encuentra la edad del sujeto (363, 364). Los valores por encima de 16% de percentil sugieren un comportamiento motor normal, los valores entre el 16% y el 5% sugieren sospecha de bajo comportamiento motor y los valores por debajo de 5% sugieren un comportamiento motor anormal (362, 363).



**Figura 36.** Evaluación un escala de motricidad infantil AIMS en la subescala de supino.



**Figura 37.** Evaluación con la escala de motricidad infantil AIMS en la subescala de prono.

### 3.8.4. Otros aspectos clínicos

Se palparon las fontanelas y las suturas craneales, observando el grado evolutivo de apertura, buscando indicios de un engrosamiento de las suturas o bien de un cierre prematuro de alguna fontanela. Estos hallazgos clínicos podrían ser debidos a una sinostosis no detectada previamente (309), y deberían requerir un diagnóstico médico, para lo que el bebé sería referido de nuevo al pediatra.

### 3.8.5. Evaluación de la percepción de cambio en los progenitores

La satisfacción de los progenitores frente a los resultados del tratamiento de la PD ha sido ya estudiada anteriormente (365) así como sus perspectivas frente a la terapia (246, 366, 367). Hoffman y cols. (2019) apreciaron una mayor satisfacción de los progenitores si su bebé era evaluado también por un profesional clínico no médico. Los progenitores mostraron una reducción de su preocupación y una mejor base de conocimiento frente a la patología (368).

Al final del estudio se ofrecieron a los progenitores 4 escalas visuales analógicas (EVA) de percepción de los cambios en el bebé, apreciados en las 12 últimas semanas. Estas escalas han sido utilizadas en distintos tipos de estudios para recoger la percepción de los usuarios de un tratamiento frente a los resultados del mismo (369).

Las escalas utilizadas fueron tres:

- Escala visual analógica de percepción del cambio de la forma de la cabeza (anexo 8).
- Escala visual analógica de percepción del cambio en el movimiento del cuello (anexo 9).
- Escala visual analógica de percepción del cambio global sobre el niño (anexo 10).

### 3.9. Intervención

Los pacientes fueron derivados por los pediatras de diversos centros de Salud de Zaragoza donde se les dio el teléfono de una secretaría telefónica que organizó las citas y convocó los sujetos en el Instituto de Terapias Integrativas de Zaragoza. Allí fueron recibidos en un espacio habilitado por la coordinación del centro, junto al servicio de fisioterapia.

Se recibió a los sujetos ofreciéndoles el documento de información (anexo 2). Una vez leído por los progenitores y tras responder a las dudas en relación a dicho documento, se les ofreció el consentimiento otorgado (anexo 3). Una vez firmado este último se registró la entrada del paciente en la base de datos del estudio con el software SPSS y se les pasó el cuestionario clínico (anexo 4) que un examinador cumplimentó con los datos clínicos del sujeto.

Una vez rellenado el cuestionario clínico se pasó a una sala de exploración donde se realizaron las pruebas clínicas y mediciones. En primer lugar, se evaluó con la escala de motricidad infantil AIMS que requiere un comportamiento espontáneo del bebé, algo difícil de observar una vez manipulado o medidos los valores antropométricos.

Posteriormente se puso al bebé un gorrito de tela y fieltro para hacer las mediciones del ROMcar sentado en una sillita, estabilizado el tronco por un progenitor desde la parte posterior. Mientras un progenitor estimulaba en los lados el examinador 1 realizaba fotografías cenitales de la secuencia de movimientos de rotación del bebé. Tras la toma de fotos de la rotación cervical activa se procedió a la medición de los parámetros antropométricos: CMC, longitud craneal, anchura craneal y diámetros diagonales craneales. Las medidas hechas con cinta métrica o calibre fueron realizadas por el examinador 1 y consecutivamente por el examinador 2, cada uno de los cuales registró sus anotaciones en un formulario propio sin que se cruzara la información (anexos 5 y 6).

Los sujetos fueron convocados al día siguiente para una nueva toma de fotos de ROMcar y medidas antropométricas por parte del examinador 1 que fueron utilizadas para la validación intraexaminador y para la fiabilidad del sistema de medición del ROMcar.

Siguiendo el listado de aleatorización se dividió aleatoriamente los sujetos en dos grupos sobre los que se realizaron dos tipos de intervención fisioterápica, sin que el examinador 1 fuera informado de la pertenencia de los sujetos a un grupo o a otro. A un grupo se le llamó “grupo Terapia Manual Pediátrica (TMP)” y al otro “grupo control”.

Los sujetos del grupo TMP fueron citados un día a la semana en el Instituto de Terapias Integrativas de Zaragoza para que pudieran recibir 10 sesiones de tratamiento de una duración aproximada de 20 min en un plazo de 10 semanas, más las recomendaciones de posicionamiento, estimulación y tiempo en decúbito prono.

El “grupo control” fue citado 1 vez en el transcurso de 10 semanas para controlar la evolución, responder a las dificultades e insistir en la propuesta de estimulación y cuidados posicionales.

Una semana después de la última intervención en el grupo TMP o a las 11 semanas en el “grupo control” se procedió a una reevaluación por parte del examinador 1 (cegado a la aleatorización) de todos los parámetros evaluados al inicio más las escalas visuales analógicas (EVA) sobre la percepción de los padres de los distintos cambios en el periodo de la intervención.

### 3.9.1. Intervención en el grupo control

La intervención en el grupo control se basó en una estrategia de fisioterapia educativa basada en la evidencia descrita como programa de fisioterapia pediátrica en distintos estudios.

La participación de los progenitores es clave en cualquier intervención con bebés y niños y en específicamente se ha comprobado el impacto de los hábitos de cuidado de los progenitores en el desarrollo de la PD en niños sanos (368).

La estrategia de fisioterapia educativa consistió en ejercicios para reducir la posición preferencial y para estimular el desarrollo motor, dando consejos a los padres para el posicionamiento, el manejo del bebé y los cuidados (70). Este protocolo estuvo apoyado por un folleto tríptico informativo con los consejos básicos (84, 237) (anexo 12).

Wittmeier y Mulder (2017) mostraron la importancia de prevenir la plagiocefalia en base a tres puntos clave:

1. La comunicación “Dormir boca arriba, jugar boca abajo”,
2. La importancia de la detección precoz
3. La PD como marcador del riesgo de desarrollo. Para ello recomendaban la utilización de herramientas de comunicación eficaces como folletos con lenguaje sencillo e ilustrado (370).

Esta intervención se realizó en una primera cita y en otra cita de seguimiento al mes de comenzar la intervención (figura 38). Para ello la familia se entrevistó con un fisioterapeuta pediátrico entrenado y con experiencia en esta patología, que se puso a disposición de los padres un mail y un teléfono de consulta durante las 10 semanas que duró la intervención.

Las recomendaciones basadas en la evidencia (370) incluyeron:

- a. Recomendaciones de contraposicionamiento (counterpositioning) a los padres para colocar al bebé con la cabeza girada hacia el lado opuesto al aplanamiento occipital durante el sueño y el juego, con el objetivo de evitar los apoyos excesivos mantenidos en decúbito supino.
- b. Consejos para situar la cuna de forma que la cabeza esté girada al contrario de la posición preferencial para ver la habitación.
- c. Consejos para colocar al bebé en el cambiador de forma que la cabeza esté girada al contrario de la posición preferencial.
- d. Colocar juguetes en el lado de la cabeza contrario a la posición preferencial para animar a la rotación activa.

- e. Aumento del tiempo en prono (tummy time) mientras esté despierto y siempre supervisado, por razones de desarrollo y para prevenir los aplanamientos con un mínimo de 30 minutos al día.
- f. Además de las explicaciones se les ofreció a los padres un folleto con la información más relevante de los puntos anteriores descrita de forma didáctica (33) (anexo 12).



**Figura 38.** Sesión de fisioterapia educativa a través de explicación verbal y presentando el tríptico de consejos (anexo 12).

### 3.9.2. Intervención en el grupo TMP

En el grupo TMP se realizó la misma estrategia educativa de fisioterapia pediátrica basada en la evidencia (295) que en el grupo control además de un protocolo específico de Terapia Manual Pediátrica (figuras 39-41).

El protocolo TMP fue de 10 tratamientos de unos 20 minutos por duración, una vez por semana. Se realizó sobre una camilla estándar de fisioterapia o cuando fue necesario en los brazos de la madre. Este protocolo TMP se desarrolló por varios fisioterapeutas pediátricos con suficiente experiencia y entrenamiento e incluyó:

- a. Una técnica de neurodinámica sobre el sacro basada en la obra de John E. Upledger (315) pero adaptada al campo pediátrico. En esta técnica se coloca la pelvis del bebé en supino sobre las manos del fisioterapeuta de forma que el sacro quede sobre los dedos 4 y 5 de ambas manos. Los dedos mayores e índices quedan sobre niveles lumbares superiores. Los pulgares que quedan más anteriores

mantienen los iliacos del bebé. Se induce una tracción ligerísima para estimular una respuesta de los tejidos. El fisioterapeuta acompaña los movimientos de la pelvis del bebé según los movimientos activos tratando de ir hacia posiciones cada vez más en flexión con el fin de actuar sobre la tensión dural general desde una toma sacrolumbar.

- b. Técnicas de terapia manual sobre la columna cervical superior, posicionando occipital, atlas y axis en una situación más fisiológica y aliviando cualquier restricción de movilidad entre ellas en base a los trabajos de fisioterapeuta americano Thomas Giammatteo (371). La técnica principal se aplica dejando la cabeza del bebé reposada sobre las manos del fisioterapeuta y los dedos se colocan de una forma precisa. Los dedos 4 y 5 sobre las partes condileas del hueso occipital. Los dedos mayores sobre las apófisis articulares del axis, alrededor de C2-C3. Los dedos índices sobre las apófisis articulares de las distintas vértebras inferiores a C2 según el nivel de la restricción de movilidad. Los dedos pulgares que quedan más anteriores contactan las transversas del atlas induciendo un posicionamiento más posterior o lateral de este hueso según las disfunciones encontradas en la exploración. Con todos los dedos aplicados en sus objetivos respectivos se aplica una inducción miofascial con una ligerísima tracción y acompañando la cabeza a distintas posiciones de flexión y extensión, lateralización y rotación según los movimientos activos del bebé (figuras 39 y 40).
- c. Una técnica de corrección y destorsión de la base craneal, llamada técnica “multidedos”, ejerciendo una presión suave y adaptable a distintos huesos del cráneo basada en la obra de Beryl E. Arbuckle, médico osteópata americana (372). Podría mostrar similitudes con una técnica de descompresión condilar (373). En esta técnica la cabeza reposa en las manos del fisioterapeuta y los dedos se colocan de una forma precisa. Los dedos 4 y 5 sobre las partes condileas del hueso occipital. El tercer dedo está sobre las apófisis articulares, alrededor de C2-C3, sobre las transversas del axis. Los dedos índices controlan las partes petro-mastoideas del hueso temporal. Los dedos pulgares que quedan por delante de la cara toman los bordes más laterales de la lámina orbitaria del hueso frontal (figura 41). Con esta técnica se trata de dar simetría a los huesos de la base craneal implicados por su posicionamiento en “strain lateral” en la estructura de paralelogramo de la plagiocefalia (374).
- d. Una técnica de desolapamiento de los huesos de la bóveda craneal basada en la obra de la osteópata americana Jane E. Carreiro (374). El fisioterapeuta coloca una mano a cada lado de la sutura coronal contactando con los huesos frontal y parietal del lado opuesto al aplanamiento. En primer lugar, realiza una presión ligera hacia la compresión en la sutura para segundos después realizar una presión ligera y mantenida durante 10 segundos hacia la separación perpendicularmente a la sutura con el objetivo de desolapar un hueso sobre el otro. A la intención de separación se une de forma simultánea un balanceo en cizalla de los tejidos transversal a la sutura.
- e. Una técnica de modelado de los huesos de la bóveda craneal y de normalización de las tensiones de las membranas intracraneales basada en la obra de la osteópata americana Jane E. Carreiro (374). El fisioterapeuta coloca la mano sobre la zona de aplanamiento de tal forma que el centro del aplanamiento recaiga en el centro de la palma de la mano. Con las eminencias tenar, hipotenar y con la cabeza de los metacarpianos se realiza una presión mantenida sobre el cráneo hacia el centro del aplanamiento como queriendo ahuecar el centro de la mano para estimular la expansión del cráneo.



**Figura 39.** Técnica de tratamiento del raquis cervical superior en una posición de flexión.



**Figura 40.** Técnica de tratamiento del raquis cervical superior en posición de extensión, ganando amplitud de rotación hacia la izquierda.



**Figura 41.** Tres imágenes de las técnicas de tratamiento para la asimetría craneal. A y B) Técnica multidedos sobre la base craneal. Los dedos 4º y 5º están sobre la escama del occipital. El 3er dedo está sobre las apófisis articulares alrededor de C2-C3. El 2º dedo está sobre la mastoides del hueso temporal. El 1er dedo está sobre los pilares externos orbitales del hueso frontal. C) Técnica global de moldeado de la bóveda.

## 3.10. Análisis de seguridad

Se recogieron los abandonos y los acontecimientos adversos derivados del estudio con sus datos clínicos, entendiendo como tales aquellos acontecimientos que puedan aparecer después del tratamiento y por consecuencia directa de la aplicación del mismo.

## 3.11. Métodos estadísticos

### 3.11.1. Variables de estudio

#### 3.11.1.1. Variable independiente principal

La variable independiente principal fue el protocolo de intervención con Terapia Manual Pediátrica.

#### 3.11.1.2. Variables modificadoras del efecto o variables independientes extrañas

A continuación se muestra la tabla con las variables modificadoras del efecto (tabla 19).

Variables	Tipo	Instrumento de medida	Valor
Sexo	Cualitativa	Anamnesis	Varón - Mujer
Edad	Cuantitativa	Anamnesis	Meses
Peso al nacer	Cuantitativa	Anamnesis	gr.
Prematuridad	Cualitativa	Anamnesis	Si - No
Semanas de prematuridad	Cualitativa	Anamnesis	Semanas
Dolor lumbar en embarazo	Cualitativa	Anamnesis	Si - No
Problemas de salud en embarazo	Cualitativa	Anamnesis	Si - No
Tipo de problemas	Cualitativa	Anamnesis	Diferentes categorías
Parto instrumental	Cualitativa	Anamnesis	Si - No

Variables	Tipo	Instrumento de medida	Valor
Tipo de instrumental	Cualitativa	Anamnesis	Fórceps - Ventosa
Lactancia materna correcta	Cualitativa	Anamnesis	Si - No
Dificultades en el parto	Cualitativa	Anamnesis	Si - No
Tipo de dificultades	Cualitativa	Anamnesis	Diferentes categorías
Primogénito	Cualitativa	Anamnesis	Si - No
Parto múltiple	Cualitativa	Anamnesis	Si - No
Cólicos	Cualitativa	Anamnesis	Si - No
Irritabilidad	Cualitativa	Anamnesis	Si - No
Dificultades de sueño	Cualitativa	Anamnesis	Si - No
Quietud o falta de acción	Cualitativa	Anamnesis	Si - No
Posición preferencial de la cabeza	Cualitativa	Anamnesis	Si - No
Diagnóstico de tortícolis Congénita	Cualitativa	Anamnesis	Si - No
Limitación de giro de cabeza	Cualitativa	Anamnesis	Si - No
Lado de la Plagiocefalia	Cualitativa	Cálculo	Derecho-Izquierdo
Tipo de Transporte	Cualitativa	Anamnesis	Carrito - Mochila
Tiempo en prono con 1 mes	Cuantitativa	Anamnesis	Minutos
Tiempo en prono con 2 meses	Cuantitativa	Anamnesis	Minutos

**Tabla 19.** Tabla de las variables modificadoras del efecto.

### 3.11.1.3. Variables dependientes

A continuación se muestra la tabla con las variables dependientes (tabla 20).

Variables	Tipo	Instrumento de medida
Circunferencia Máxima de Cabeza (CMC) (cm)	Cuantitativa	Cinta métrica
Longitud Craneal (mm)	Cuantitativa	Calibre
Anchura Craneal (mm)	Cuantitativa	Calibre
Diámetro Diagonal Derecha (mm)	Cuantitativa	Calibre
Diámetro Diagonal izquierda (mm)	Cuantitativa	Calibre
Diferencia de Diagonales (mm)	Cuantitativa	Cálculo
Índice Craneal (IC) (%)	Cuantitativa	Cálculo
Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) (%)	Cuantitativa	Cálculo
Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación a Derecha (ROMcar Dcho.) (°)	Cuantitativa	Foto-Goniometría
Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación a izquierda (ROMcar Izdo) (°)	Cuantitativa	Foto-Goniometría
Grados Totales de Movimiento Cervical Activo en Rotación (ROMcar Total) (°)	Cuantitativa	Cálculo
Alberta Infant Motor Scale (AIMS) (%)	Cuantitativa	Escala
Escala Visual Analógica (EVA) (cm)	Cuantitativa	EVA

**Tabla 20.** Tabla de las variables dependientes

### 3.11.2. Análisis estadístico

El análisis estadístico se ha realizado mediante el programa SPSS v 22.0 para Windows.

Para el análisis de fiabilidad intra e interexaminador de las mediciones de las variables antropométricas y de movilidad, se ha obtenido el coeficiente de correlación intraclase (CCI), modelo de un factor, efectos aleatorios, junto con los gráficos de Bland-Altman. El CCI se ha interpretado de acuerdo a los rangos establecidos por Koo y cols. (2016) (valores menos de 0.5 son indicativos de baja fiabilidad, valores entre 0.5 y 0.75 de acuerdo moderado, valores entre 0.75 y 0.9 de un buen acuerdo, y valores mayores de 0,90 de una excelente fiabilidad) (375). En caso de no seguir la variable evaluada una distribución normal, se analizarán especialmente los gráficos de Bland-Altman para una evaluación cualitativa de la fiabilidad.

Se ha llevado a cabo la prueba de normalidad de la distribución de las variables cuantitativas mediante el test de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors o el test de Shapiro-Wilk, si  $n < 30$ . Posteriormente, se ha hecho un análisis descriptivo de las variables cualitativas ofreciendo las frecuencias absolutas y relativas; y de las variables cuantitativas ofreciendo los valores de media  $\pm$  desviación típica o de mediana (Q1-Q3) en función de si la distribución de dichas variables es normal o no normal respectivamente.

Las comparaciones intergrupos de las variables dependientes preintervención, se han realizado, en caso de seguir una distribución normal, mediante el test de la T de Student para muestras independientes y con el Test de la U de Mann-Whitney si la distribución no era normal. Para comparar la eficacia de las intervenciones entre los grupos se han calculado los índices de mejora de las variables dependientes, calculando la diferencia de los valores de la medición final menos los valores de la medición inicial. En caso de seguir una distribución normal, los índices de mejora se han comparado mediante el test de la T de Student para muestras independientes y en caso contrario, con el Test de la U de Mann-Whitney. El tamaño del efecto de las intervenciones evaluadas, se ha calculado mediante la d de Cohen.

En caso de que alguna de las variables modificadoras del efecto no haya sido homogénea entre los grupos al inicio del estudio, se ha realizado un análisis multivariante (ANOVA Factorial en caso de que la variable haya sido cualitativa; ANCOVA si la variable no homogénea era cuantitativa), para evaluar la posible modificación del efecto de la intervención, por parte de esta variable.

Las comparaciones intragrupos de las variables dependientes entre los valores preintervención y los valores postintervención se han realizado, en el caso de seguir una distribución normal mediante el test de la T de Student para muestras relacionadas. Si la distribución de las variables no era normal, se ha aplicado el test de los rangos de Wilcoxon.

Se ha realizado un análisis de correlaciones entre algunas de las características demográficas y basales y las variables dependientes, así como entre ciertas variables dependientes entre sí, debido a posibles relaciones entre ellas consecuencia de la evolución de la patología, y constatadas previamente en la bibliografía. Para ello, se

ha calculado el coeficiente de correlación de Pearson en el caso de que las variables siguiera una distribución normal. En caso de que la distribución de la variable no fuera normal, se han realizado correlaciones mediante el coeficiente Rho de Spearman. Si una de las variables era cualitativa dicotómica y la otra cuantitativa, se ha realizado la variante del coeficiente de correlación de Pearson denominada coeficiente de correlación biserial puntual.

Para los análisis se establecerá un intervalo de confianza del 95%, se considerarán significativos los valores de  $p < 0.05$ .

El estudio estadístico se llevó a cabo siguiendo los principios del análisis por intención de tratar, sin atribuir valores en la segunda evaluación a los sujetos perdidos a lo largo de la intervención.

### 3.12. Aspectos éticos

Se informó a los pacientes de que podrían abandonar el estudio en cualquier momento sin necesidad de dar motivo para ello.

Los datos de los pacientes fueron recogidos bajo un código, ocultando siempre la identidad del sujeto.

Se proporcionó a los padres de los niños adheridos al tratamiento un texto de información sobre el tipo de estudio y el manejo de los datos personales recogidos (anexo 2) y el tiempo suficiente para que lo pudieran leer completamente, y por otra parte, un consentimiento otorgado escrito que debieron firmar antes de comenzar el estudio (anexo 3).

A los progenitores de los bebés del grupo control se les ofreció la posibilidad de realizar la intervención con TMP al finalizar las 10 semanas.

Los niños que llegaron y no cumplieron con los criterios de inclusión también fueron tratados aunque sus datos no se incluyeron en el análisis estadístico.

Este estudio obtuvo el dictamen favorable por parte del comité ético de investigación clínica (CEIC) de Aragón el 25/10/2017 (anexo 1). Avda. San Juan Bosco, 13 50009 Zaragoza.

# RESULTADOS



## 4. RESULTADOS

### 4.1. Estudio de fiabilidad

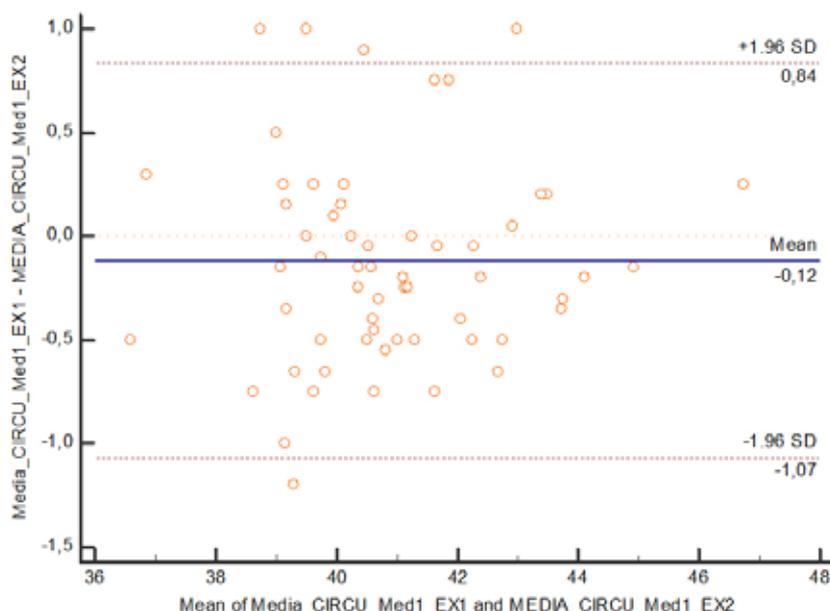
Se incluyen tablas para cada una de las variables, con los estadísticos descriptivos; media+/-desviación típica, en caso de que la variable siga una distribución normal; mediana (Q1; Q3), en caso de que la distribución de la variable no sea normal. Se añade la significación de la prueba de Kolmogorov-Smirnov y el valor del Coeficiente de Correlación Intraclass, con su intervalo de confianza al 95%, en caso de que la variable siga una distribución normal. En caso de que alguna de las dos variables no siga una distribución normal, se aconseja consultar el gráfico de Bland-Altman, situado detrás de la tabla para una evaluación cualitativa de la fiabilidad.

#### 4.1.1. Análisis de fiabilidad interexaminador de valores antropométricos (n=62)

##### 4.1.1.1. Fiabilidad interexaminador de la Circunferencia Máxima Craneal

Circunferencia Máxima Craneal (cm)	Descriptivos	Kolmogorov-Smirnov. Sig.
Examinador 1	40,4 (39,44 ; 42 )	0,016
Examinador 2	40,88 ± 1,84	0,1

**Tabla 21.** Tabla para el estudio de fiabilidad interexaminador de la Circunferencia Máxima Craneal (CMC). Descriptivos en el examinador 1 realizados con mediana (Q1; Q3). Descriptivos en el examinador 2 realizados con media ± desviación típica.

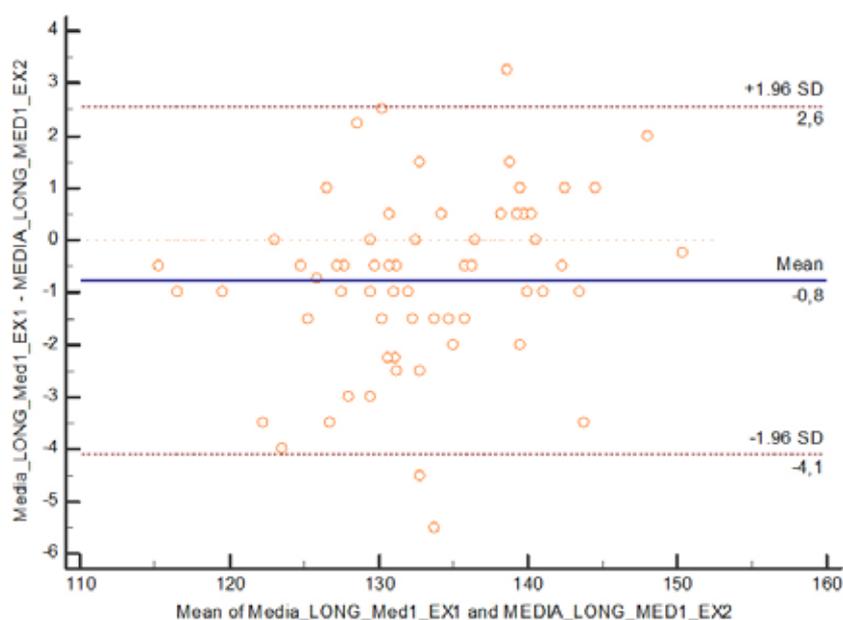


**Gráfico 1.** Gráfico de Bland-Altman de la fiabilidad interexaminador de la Circunferencia Máxima Craneal (CMC). Media\_CIRCU\_Med1\_EX1: Media entre las dos tomas de medida de la Circunferencia Máxima Craneal realizadas al inicio por el examinador 1. MEDIA\_CIRCU\_Med1\_EX2: Media entre las dos tomas de medida de la Circunferencia Máxima Craneal realizadas al inicio por el examinador 2. Explicación del Gráfico: La media es de -0,12, muy cercano a cero. 5 sujetos por fuera de las dos DTs, sobre 62 se trata de un 8%, ligeramente por encima del 5%. Por lo que la concordancia a pesar de ser buena, tiene un sesgo alto, por encima del 5% generalmente admitido.

#### 4.1.1.2. Fiabilidad interexaminador de la Longitud Craneal

Longitud Craneal (mm)	Descriptivos	Kolmogorov Smirnov. Sig.	CCI	95% de intervalo de confianza		Valor de p
Examinador 1	132,59 ± 7,46	0,077	0,983	Límite inferior	Límite superior	p<0,05
Examinador 2	133,37 ± 7,02	0,2		0,972	0,99	

**Tabla 22.** Tabla del estudio de fiabilidad interexaminador de la Longitud Craneal. Descriptivos. Descriptivos realizados con media ± desviación típica



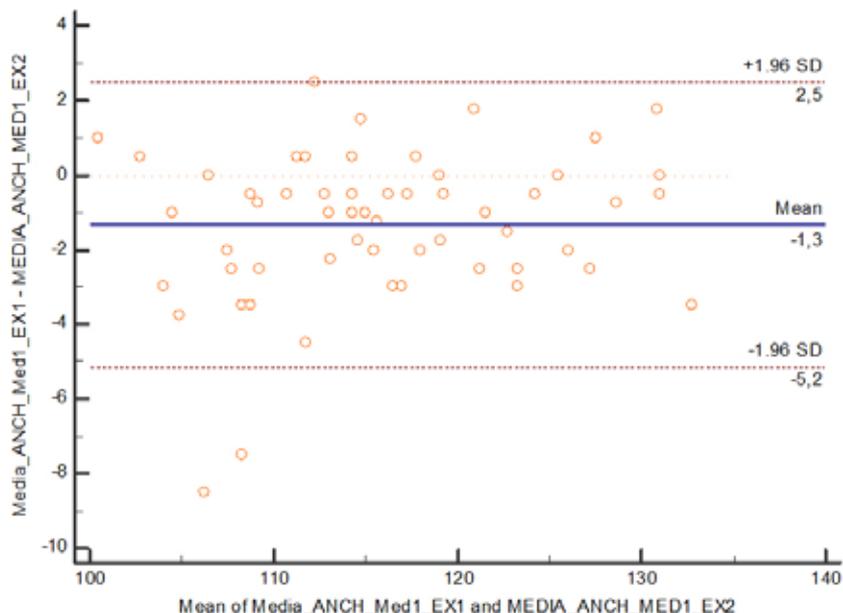
**Gráfico 2.** Gráfico de Bland-Altman de la fiabilidad interexaminador de la Longitud Craneal. Media\_LONG\_Med1\_EX1: Media entre las dos tomas de medida de la Longitud Craneal realizadas al inicio por el examinador 1. MEDIA\_LONG\_MED1\_EX2: Media entre las dos tomas de medida de la Longitud Craneal realizadas al inicio por el examinador 2.

Explicación del Gráfico: La media es de -0'8, muy cercano a cero. 3 sujetos por fuera de las dos DTs, sobre 62 se trata de un 4,8%, ligeramente por debajo del 5%. Por lo que la concordancia es buena.

#### 4.1.1.3. Fiabilidad interexaminador de la Anchura Craneal

Anchura Craneal (mm)	Descriptivos	Kolmogorov Smirnov. Sig.	CCI	95% de intervalo de confianza		Valor de p
Examinador 1	114,84 ± 8,1	0,2	0,978	Límite inferior	Límite superior	p<0,05
Examinador 2	116,17 ± 7,79	0,2		0,963	0,987	

**Tabla 23.** Tabla del estudio de fiabilidad interexaminador de la Anchura Craneal. Descriptivos realizados con media ± desviación típica.

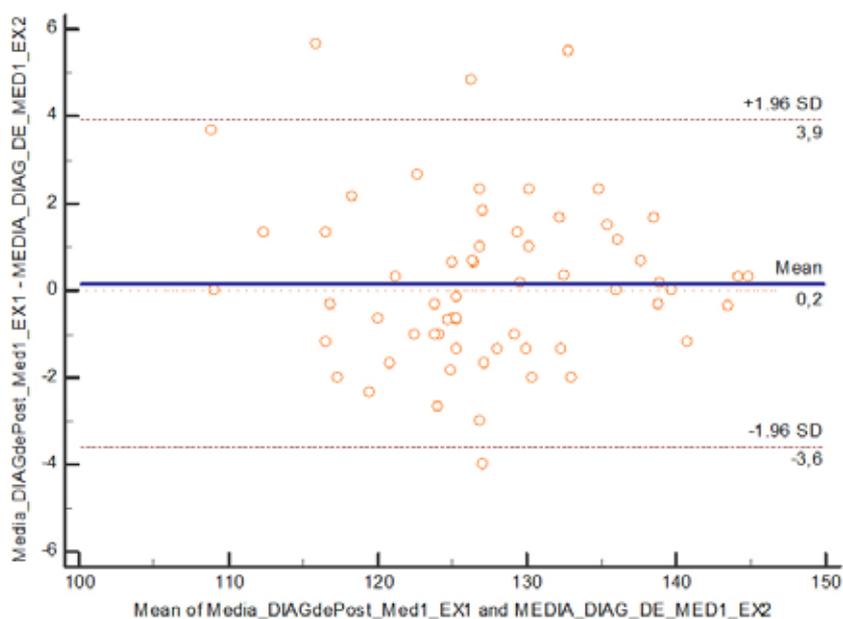


**Gráfico 3.** Gráfico de Bland-Altman de la fiabilidad interexaminador de la Longitud Craneal. Media\_ANCH\_Med1\_EX1: Media entre las dos tomas de medida de la Anchura Craneal realizadas al inicio por el examinador 1. MEDIA\_ANCH\_MED1\_EX2: Media entre las dos tomas de medida de la Anchura Craneal realizadas al inicio por el examinador 2. Explicación del Gráfico: La media es de -1,3, muy cercano a cero. 2 sujetos por fuera de las dos DTs, sobre 62 se trata de un 3,23%, por debajo del 5%. Por lo que la concordancia es buena.

#### 4.1.1.4. Fiabilidad interexaminador del Diámetro Diagonal Derecho

Diámetro Diagonal Derecho (mm)	Descriptivos	Kolmogorov Smirnov. Sig.	CCI	95% de intervalo de confianza		Valor de p
Examinador 1	127,57 ± 8,15	0,2	0,986	Límite inferior	Límite superior	p<0,05
Examinador 2	127,40 ± 8,20	0,2		0,977	0,992	

**Tabla 24.** Tabla del estudio de fiabilidad interexaminador del Diámetro Diagonal Derecho. Descriptivos realizados con media ± desviación típica.

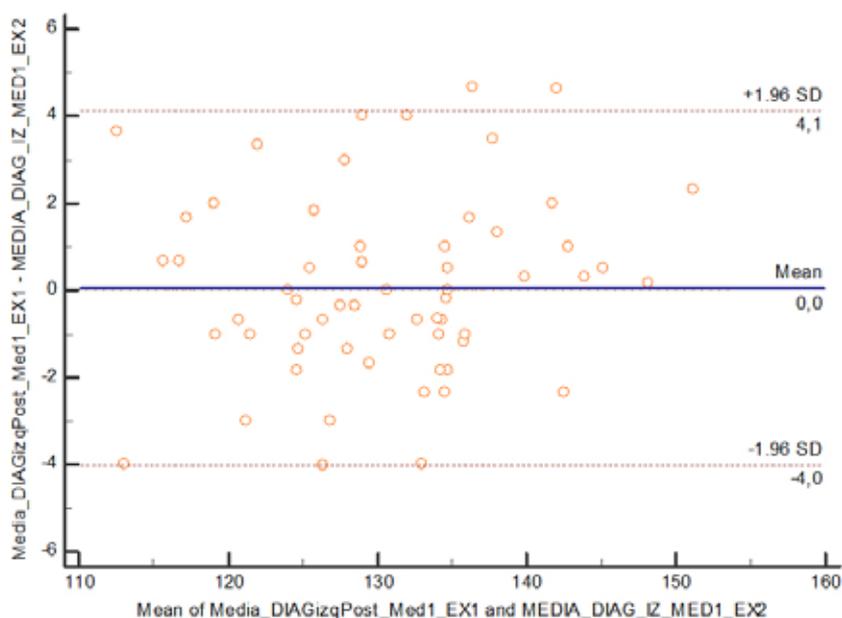


**Gráfico 4.** Gráfico de Bland-Altman de la fiabilidad interexaminador del Diámetro Diagonal Derecho. Media\_DIAGdePost\_Med1\_EX1: Media entre las tres tomas de medida del Diámetro Diagonal Derecho realizadas al inicio por el examinador 1. MEDIA\_DIAG\_DE\_MED1\_EX2: Media entre las tres tomas de medida del Diámetro Diagonal Derecho realizadas al inicio por el examinador 2. Explicación del Gráfico: La media es de 0,2, muy cercana a cero. 4 sujetos por fuera de las dos DTs, sobre 62 se trata de un 6,45%, ligeramente por encima del 5%. Por lo que la concordancia a pesar de ser buena, tiene un sesgo alto, por encima del 5% generalmente admitido.

#### 4.1.1.5. Fiabilidad interexaminador del Diámetro Diagonal Izquierdo

Diámetro Diagonal Izquierdo (mm)	Descriptivos	Kolmogorov-Smirnov. Sig.
Examinador 1	130,46 ± 8,74	0,2
Examinador 2	130,5 (125,08; 135,42)	0,038

**Tabla 25.** Tabla para el estudio de fiabilidad interexaminador del Diámetro Diagonal Izquierdo. Descriptivos en el examinador 1 realizados con media ± desviación típica. Descriptivos en el examinador 2 realizados con mediana (Q1; Q3).



**Gráfico 5.** Gráfico de Bland-Altman de la fiabilidad interexaminador del Diámetro Diagonal Izquierdo. Media\_DIAGizqPost\_Med1\_EX1: Media entre las tres tomas de medida del Diámetro Diagonal Izquierdo realizadas al inicio por el examinador 1. MEDIA\_DIAG\_IZ\_MED1\_EX2: Media entre las tres tomas de medida del Diámetro Diagonal Izquierdo realizadas al inicio por el examinador 2.

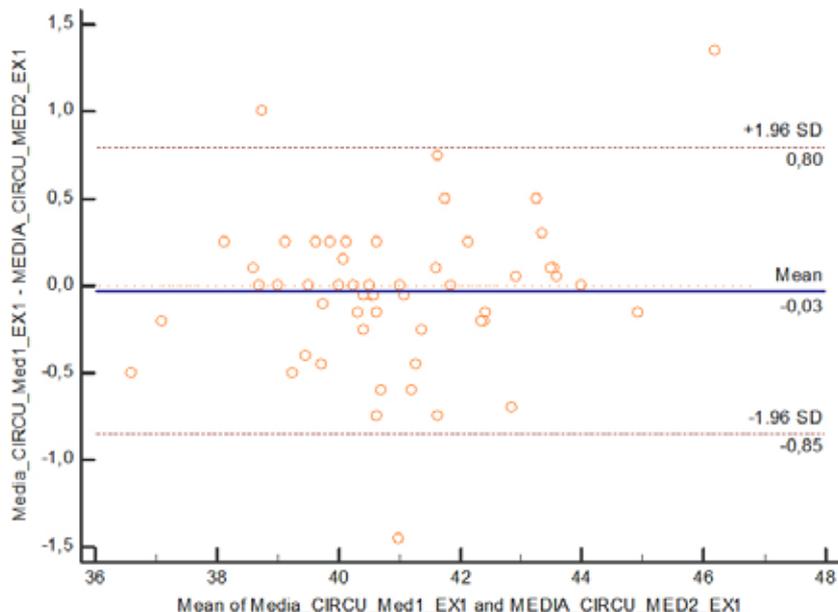
Explicación del Gráfico: La media es de 0.2 sujetos por fuera de las dos DTs, sobre 62 se trata de un 3,23%, por debajo del 5%. Por lo que la concordancia es buena.

#### 4.1.2. Análisis de fiabilidad intraexaminador de valores antropométricos (n=62)

##### 4.1.2.1. Fiabilidad intraexaminador de la Circunferencia Máxima Craneal

Circunferencia Máxima Craneal (cm)	Descriptivos	Kolmogorov-Smirnov. Sig.
Examinador 1	40,4 (39,44; 42 )	0,016
Examinador 2	40,79 ± 1,80	0,2

**Tabla 26.** Tabla para el estudio de fiabilidad intraexaminador de la Circunferencia Máxima Craneal. Medición 1: Toma de medidas realizada al inicio por el Examinador 1. Medición 2: Segunda toma de medidas realizada por el Examinador 1 al día siguiente. Descriptivos en el examinador 1 realizados con mediana (Q1; Q3). Descriptivos en el examinador 2 realizados con media ± desviación típica.



**Gráfico 6.** Gráfico de Bland-Altman de la fiabilidad intraexaminador de la Circunferencia Máxima Craneal.

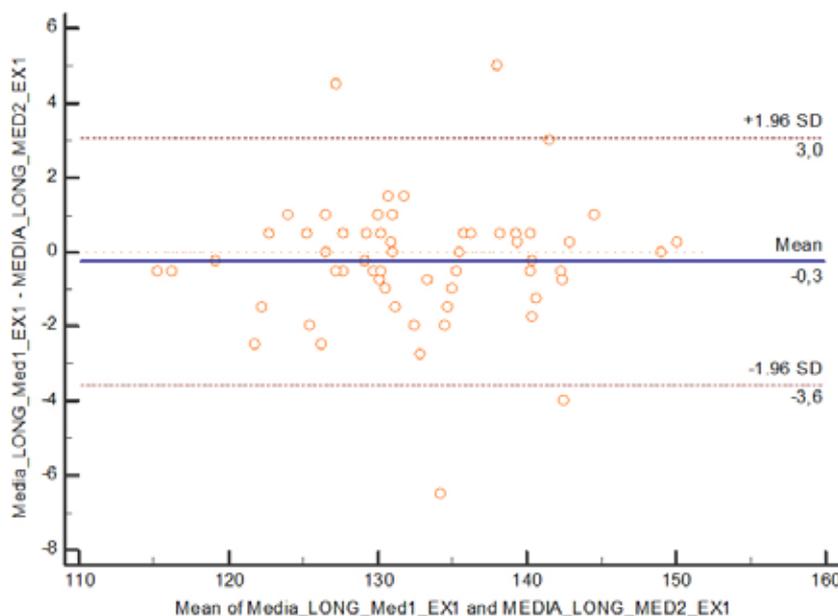
Media\_CIRCU\_Med1\_EX1: Media entre las dos tomas de medida de la Circunferencia Máxima Craneal realizadas al inicio por el examinador 1. MEDIA\_CIRCU\_MED2\_EX1: Media entre las dos tomas de medida de la Circunferencia Máxima Craneal realizadas por el examinador 1 en una segunda toma al día siguiente.

Explicación del Gráfico: La media es de -0'03, muy cercano a cero. 3 sujetos por fuera de las dos DTs, sobre 62 se trata de un 4,8%, ligeramente por debajo del 5%. Por lo que la concordancia es buena.

#### 4.1.2.2. Fiabilidad intraexaminador de la Longitud Craneal

Longitud Craneal (mm)	Descriptivos	Kolmogorov Smirnov. Sig.	CCI	95% de intervalo de confianza		Valor de p
Examinador 1	132,59 ± 7,46	0,077	0,987	Límite inferior	Límite superior	p<0,05
Examinador 2	132,84 ± 7,38	0,2		0,978	0,992	

**Tabla 27.** Tabla del estudio de fiabilidad intraexaminador de la Longitud Craneal. Medición 1: Toma de medidas realizada al inicio por el Examinador 1. Medición 2: Segunda toma de medidas realizada por el Examinador 1 al día siguiente. Descriptivos realizados con media ± desviación típica.



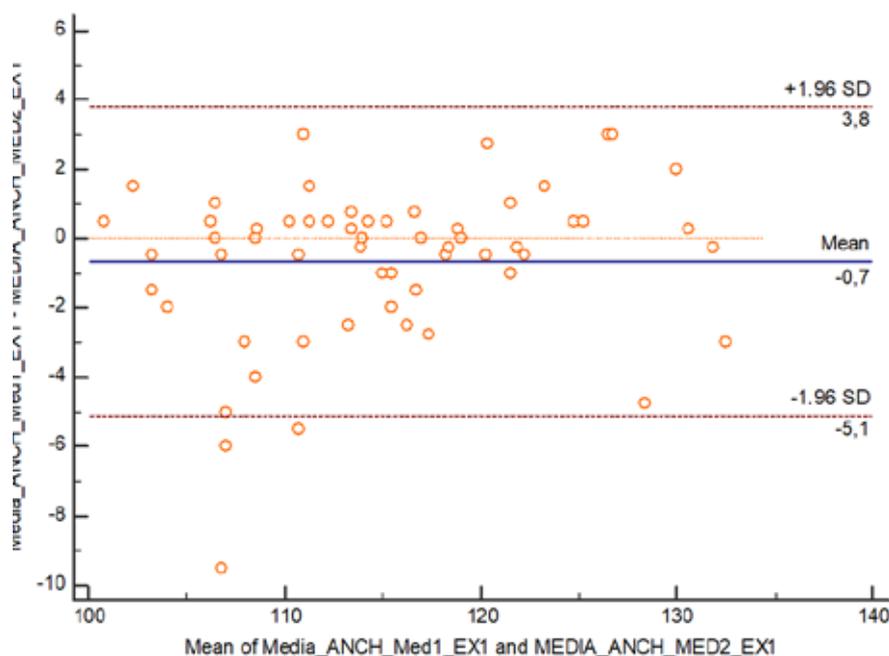
**Gráfico 7.** Gráfico de Bland-Altman de la fiabilidad intraexaminador de la Longitud Craneal. Media\_LONG\_Med1\_EX1: Media entre las dos tomas de medida de la Longitud Craneal realizadas al inicio por el examinador 1. MEDIA\_LONG\_MED2\_EX1: Media entre las dos tomas de medida de la Longitud Craneal realizadas por el examinador 1 en una segunda toma al día siguiente.

Explicación del Gráfico: La media es de -0'3, muy cercana a cero. 4 sujetos por fuera de las dos DTs, sobre 62 se trata de un 6,45%, ligeramente por encima del 5%. Por lo que la concordancia a pesar de ser buena, tiene un sesgo alto, por encima del 5% generalmente admitido.

### 4.1.2.3. Fiabilidad intraexaminador de la Anchura Craneal

Anchura Craneal (mm)	Descriptivos	Kolmogorov Smirnov. Sig.	CCI	95% de intervalo de confianza		Valor de p
				Límite inferior	Límite superior	
Examinador 1	114,84 ± 8,1	0,2	0,977	Límite inferior	Límite superior	p<0,05
Examinador 2	115,5 ± 7,58	0,2		0,962	0,986	

**Tabla 28.** Tabla del estudio de fiabilidad intraexaminador de la Anchura Craneal. Medición 1: Toma de medidas realizada al inicio por el Examinador 1. Medición 2: Segunda toma de medidas realizada por el Examinador 1 al día siguiente. Descriptivos realizados con media ± desviación típica.

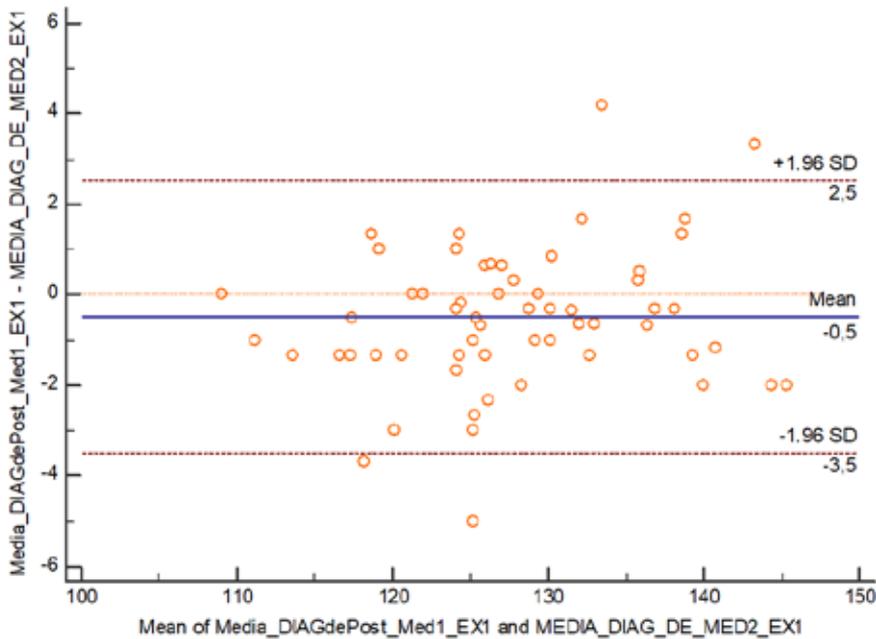


**Gráfico 8.** Gráfico de Bland-Altman de la fiabilidad intraexaminador de la Anchura Craneal. Media\_ANCH\_Med1\_EX1: Media entre las dos tomas de medida de la Anchura Craneal realizadas al inicio por el examinador 1. MEDIA\_ANCH\_MED2\_EX1: Media entre las dos tomas de medida de la Anchura Craneal realizadas por el examinador 1 en una segunda toma al día siguiente. Explicación del Gráfico: La media es de -0,7, muy cercana a cero. 3 sujetos por fuera de las dos DTs, sobre 62 se trata de un 4,8%, ligeramente por debajo del 5%. Por lo que la concordancia es buena.

### 4.1.2.4. Fiabilidad intraexaminador del Diámetro Diagonal Derecho

Diámetro Diagonal Derecho (mm)	Descriptivos	Kolmogorov Smirnov. Sig.	CCI	95% de intervalo de confianza		Valor de p
				Límite inferior	Límite superior	
Examinador 1	127,57 ± 8,15	0,2	0,99	Límite inferior	Límite superior	p<0,05
Examinador 2	128,05 ± 7,88	0,2		0,983	0,994	

**Tabla 29.** Tabla del estudio de fiabilidad intraexaminador del Diámetro Diagonal Derecho. Medición 1: Toma de medidas realizada al inicio por el Examinador 1. Medición 2: Segunda toma de medidas realizada por el Examinador 1 al día siguiente. Descriptivos realizados con media ± desviación típica.

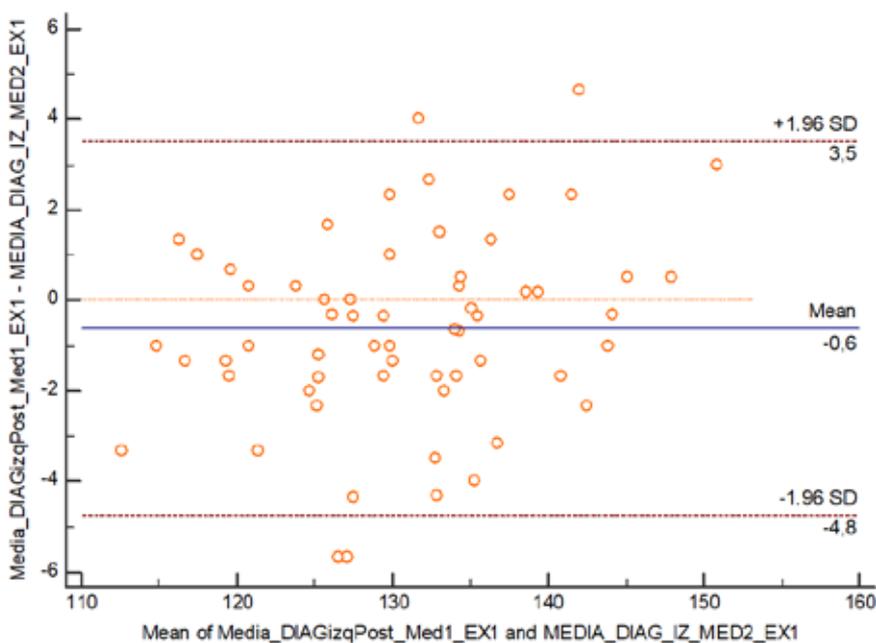


**Gráfico 9.** Gráfico de Bland-Altman de la fiabilidad intraexaminador del Diámetro Diagonal Derecho. Media\_DIAGdePost\_Med1\_EX1: Media entre las tres tomas de medida del Diámetro Diagonal Derecho realizadas al inicio por el examinador 1. MEDIA\_DIAG\_DE\_MED2\_EX1: Media entre las tres tomas de medida del Diámetro Diagonal Derecho realizadas por el examinador 1 en una segunda toma al día siguiente. Explicación del Gráfico: La media es de -0'5, muy cercana a cero. 4 sujetos por fuera de las dos DTs, sobre 62 se trata de un 6,45%, ligeramente por encima del 5%. Por lo que la concordancia a pesar de ser buena, tiene un sesgo alto, por encima del 5% generalmente admitido.

#### 4.1.2.5. Fiabilidad intraexaminador del Diámetro Diagonal Izquierdo

Diámetro Diagonal Izquierdo (mm)	Descriptivos	Kolmogorov Smirnov. Sig.	CCI	95% de intervalo de confianza		Valor de p
Examinador 1	130,46 ± 8,74	0,2	0,983	Límite inferior	Límite superior	p<0,05
Examinador 2	131,08 ± 8,22	0,2		0,972	0,99	

**Tabla 30.** Tabla del estudio de fiabilidad intraexaminador del Diámetro Diagonal Izquierdo. Medición 1: Toma de medidas realizada al inicio por el Examinador 1. Medición 2: Segunda toma de medidas realizada por el Examinador 1 al día siguiente. Descriptivos realizados con media ± desviación típica.



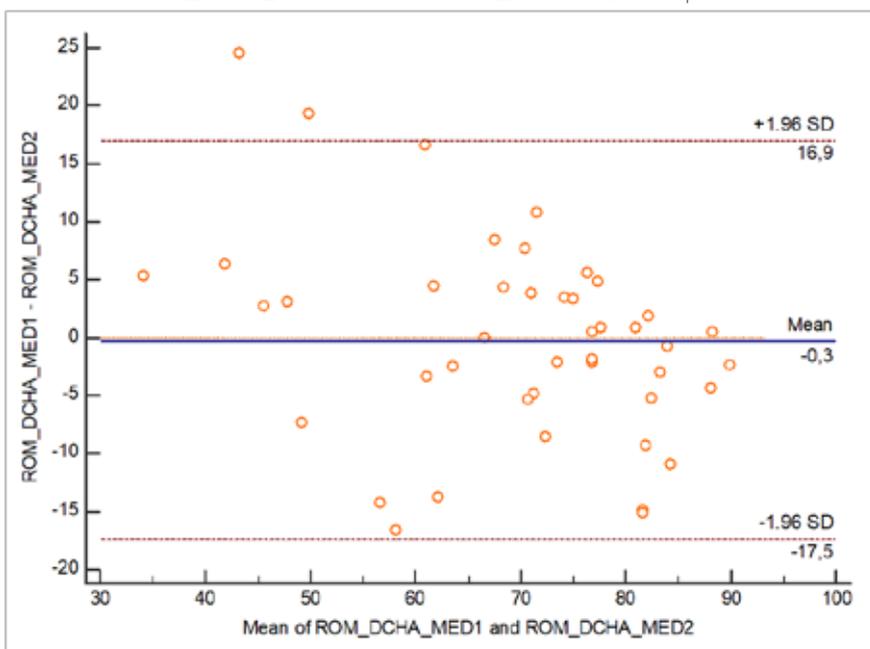
**Gráfico 10.** Gráfico de Bland-Altman de la fiabilidad intraexaminador del Diámetro Diagonal Izquierdo. Media\_DIAGizqPost\_Med1\_EX1: Media entre las tres tomas de medida del Diámetro Diagonal Izquierdo realizadas al inicio por el examinador 1. MEDIA\_DIAG\_IJ\_MED2\_EX1: Media entre las tres tomas de medida del Diámetro Diagonal Izquierdo realizadas por el examinador 1 en una segunda toma al día siguiente. Explicación del Gráfico: La media es de -0'6, muy cercana a cero. 4 sujetos por fuera de las dos DTs, sobre 62 se trata de un 6,45%, ligeramente por encima del 5%. Por lo que la concordancia a pesar de ser buena, tiene un sesgo alto, por encima del 5% generalmente admitido.

### 4.1.3. Análisis de fiabilidad del sistema de medición del Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación (ROMcar) (n=44)

#### 4.1.3.1. Fiabilidad del sistema de medición del Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Derecha (ROMcar Dcha)

ROMcar Dcho (°)	Descriptivos	Kolmogorov-Smirnov. Sig.
Examinador 1	73,51 (60,22 ; 78,53)	0,027
Examinador 2	69,65 ± 15,89	0,064

**Tabla 31.** Tabla para el estudio de fiabilidad del sistema de medición del Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Derecha (ROMcar Dcha). Medición 1: Toma de medidas realizada al inicio. Medición 2: Segunda toma de medidas realizada al día siguiente. Estadístico realizado con la prueba de Komogorov-Smirnov. Descriptivos en el examinador 1 realizados con mediana (Q1; Q3). Descriptivos en el examinador 2 realizados con media ± desviación típica.

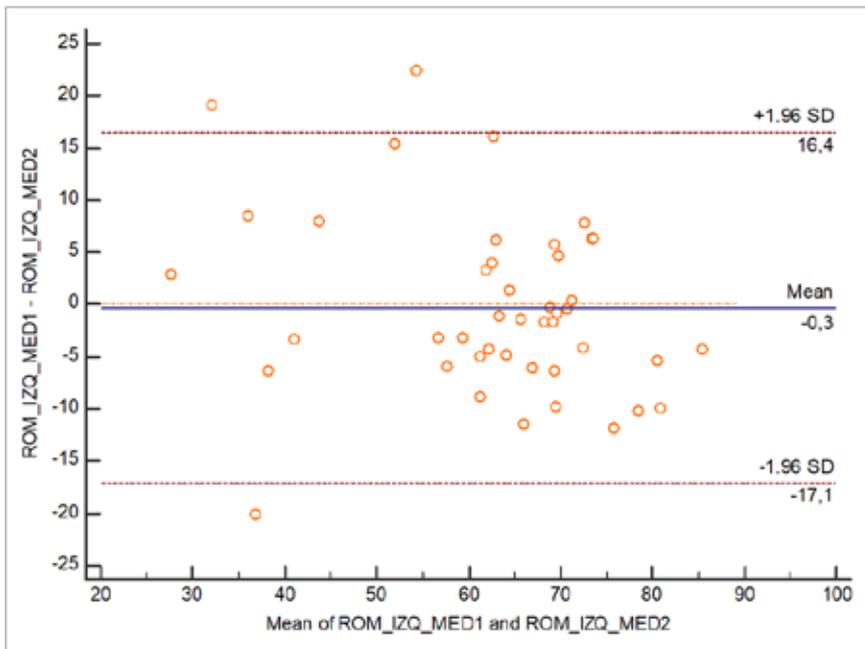


**Gráfico 11.** Gráfico del estudio de fiabilidad del sistema de medición del Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Derecha. ROM\_DCHA\_MED1: Toma de medida de la Rotación Cervical Activa a la Derecha al inicio. ROM\_DCHA\_MED2: Toma de medida de la Rotación Cervical Activa a la Derecha al inicio al día siguiente. Explicación del Gráfico: La media es de -0,3. Por otro lado 2 sujetos por fuera de las dos DTs, sobre 44 se trata de un 4,55%, ligeramente por debajo del 5%. Por lo que la concordancia es buena.

#### 4.1.3.2. Fiabilidad del sistema de medición del Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Izquierda (ROMcar Izda)

ROMcar Izdo (°)	Descriptivos	Kolmogorov-Smirnov. Sig.
Examinador 1	65,10 (58,06; 70,68)	0,014
Examinador 2	66,56 (58,81; 70,92)	0,01

**Tabla 32.** Tabla para el estudio de fiabilidad del sistema de medición del Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Izquierda (ROMcar Izda). Medición 1: Toma de medidas realizada al inicio. Medición 2: Segunda toma de medidas realizada al día siguiente. Descriptivos realizados con la mediana (Q1 ; Q3). Estadístico realizado con la prueba de Komogorov-Smirnov.



**Gráfico 12.** Gráfico del estudio de fiabilidad del sistema de medición del Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Izquierda. ROM\_IZQ\_MED1: Toma de medida de la Rotación Cervical Activa a la Izquierda al inicio. ROM\_IZQ\_MED2: Toma de medida de la Rotación Cervical Activa a la Izquierda al inicio al día siguiente. Explicación del Gráfico: 3 sujetos por fuera de las dos DTs, sobre 44 se trata de un 6,81%, ligeramente por encima del 5%. Por lo que la concordancia a pesar de ser buena, tiene un sesgo alto, por encima del 5% generalmente admitido.

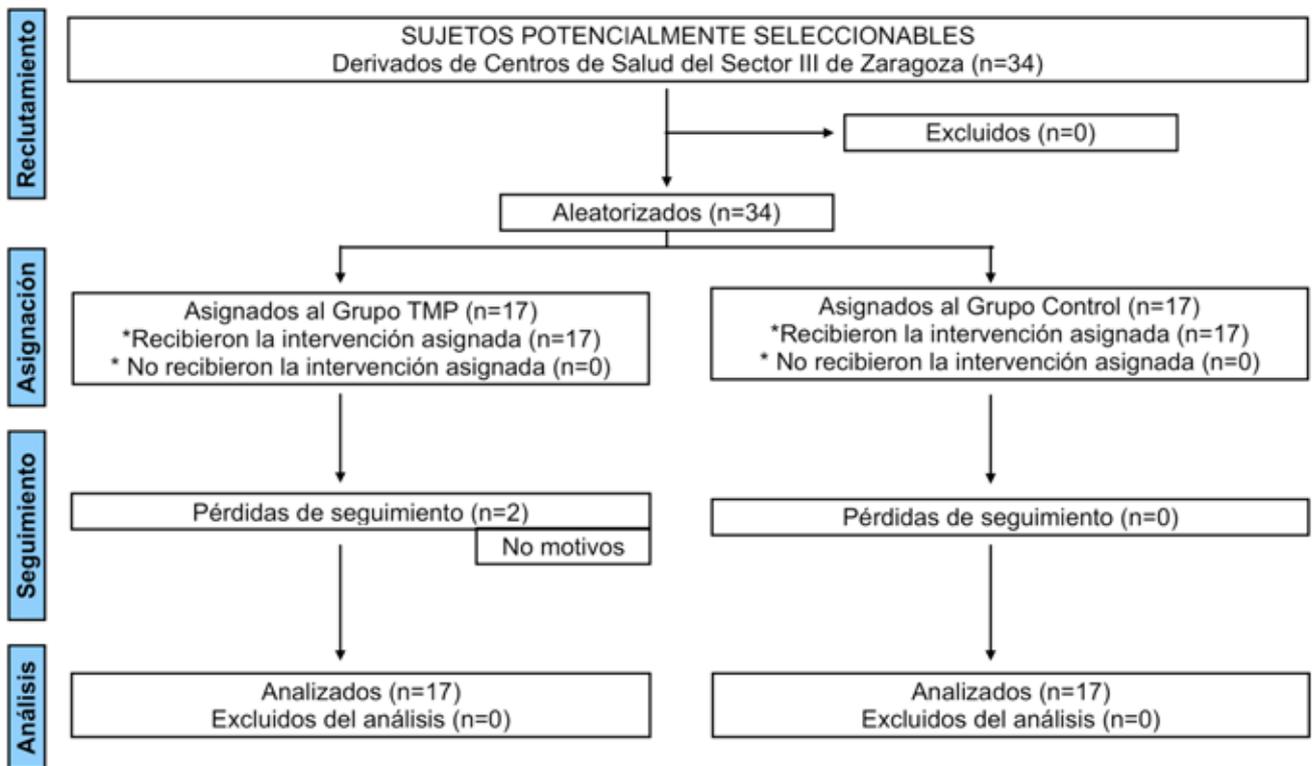
## 4.2. Resultados del ensayo clínico aleatorizado

A continuación, se presentan las características descriptivas de la muestra tanto globalmente como por grupos.

Seguidamente se presentarán los requisitos previos para la aplicabilidad del análisis comparativo (normalidad y homogeneidad) y el análisis comparativo entre ambos grupos y en el mismo grupo en los diferentes momentos del estudio.

### 4.2.1. Descripción de la muestra

#### 4.2.1.1. Reclutamiento de la muestra



**Gráfico 13.** Diagrama de flujo CONSORT (fases de reclutamiento). TMP: (Terapia Manual Pediátrica).

## 4.2.1.2 Descripción de toda la muestra en la exploración inicial

### 4.2.1.2.1. Descripción de las variables modificadoras del efecto

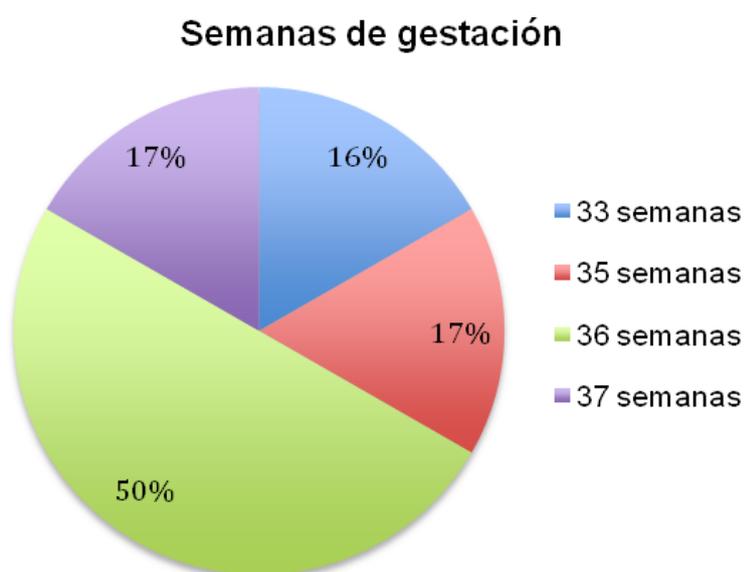
Variable	Categoría 1	Categoría 2
Sexo	Varón	Mujer
	52,9%	47,1%
Prematuridad	Si	No
	18%	82%
Dolor Lumbar en Embarazo	Si	No
	38,2%	61,8%
Problemas de salud en Embarazo	Si	No
	44,1%	55,9%
Parto Instrumental	Si	No
	20,6%	79,4%
Tipo de Instrumental	Forceps	Ventosa
	28,6%	71,4%
Lactancia Correcta	Si	No
	61,8%	38,2%
Dificultades en el Parto	Si	No
	61,8%	38,2%
Primogénito	Si	No
	70,6%	29,4%
Parto Múltiple	Si	No
	20,6%	79,4%
Cólicos del Lactante	Si	No
	47,4%	52,9%
Irritabilidad	Si	No
	14,7%	85,3%

**Tabla 33.** Tabla de las variables con proporciones dicotómicas: descripción de variables cualitativas en la exploración inicial en toda la muestra.

Variable	Categoría 1	Categoría 2
Dificultades de Sueño	Si	No
	38,2%	61,8%
Quietud o falta de acción	Si	No
	8,8%	91,2%
Posición Preferencial de la Cabeza	Si	No
	94,1%	5,9%
Diagnóstico de Tortícolis Congénita	Si	No
	8,8%	91,2%
Limitación en el Movimiento de la Cabeza	Si	No
	58,8%	41,2%
Lado de la Plagiocefalia	Derecho	Izquierdo
	64,7%	35,3%
Tipo de Transporte	Mochila	Carrito
	2,9%	97,1%

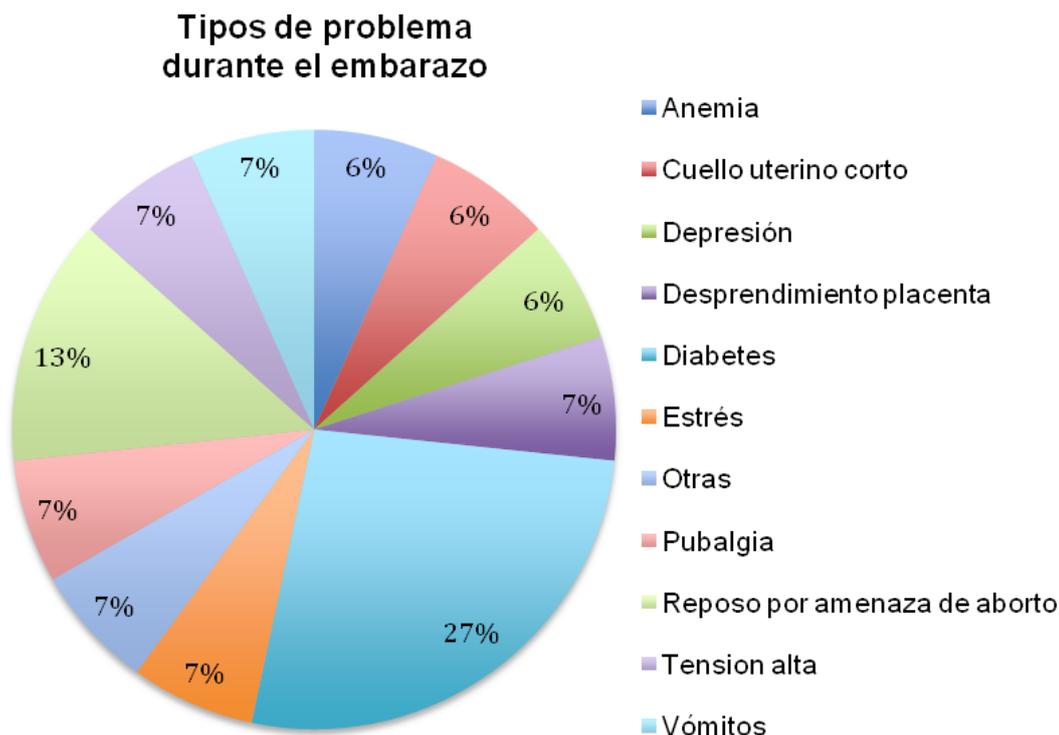
**Tabla 34.** Tabla II con proporciones dicotómicas: descripción de variables cualitativas en la exploración inicial en toda la muestra.

Los bebés prematuros de la muestra mostraron la siguiente distribución en las semanas de gestación al nacer.



**Gráfico 14.** Gráfico de sectores de la distribución de semanas de gestación en el parto en los prematuros en toda la muestra.

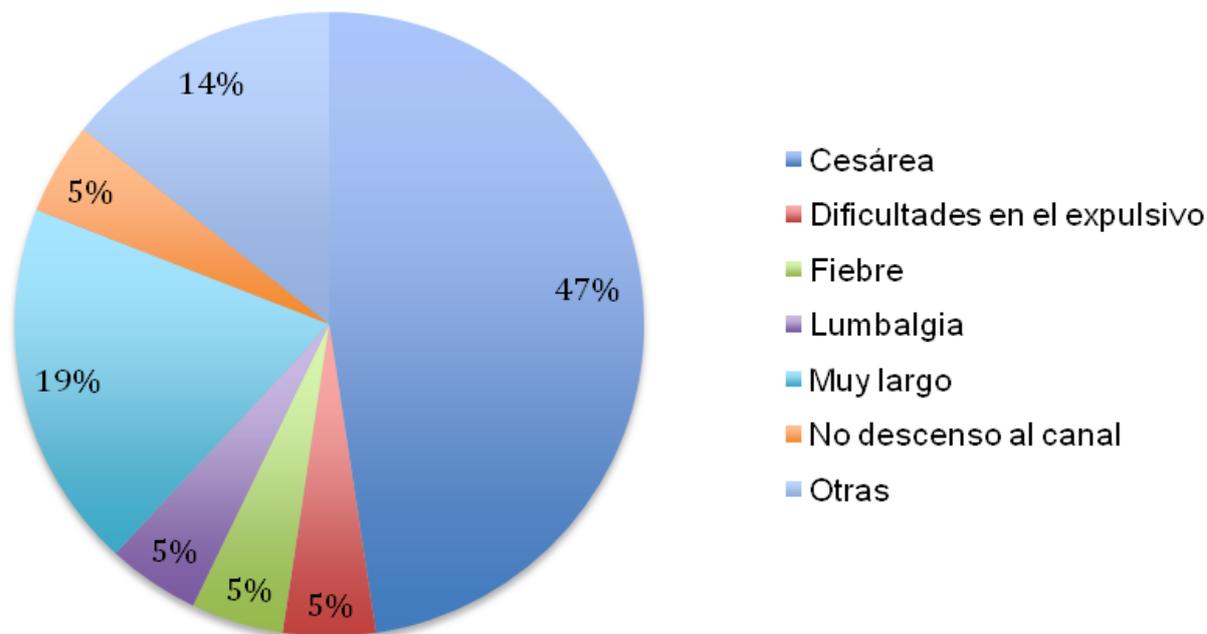
Las 15 madres que presentaron problemas durante el embarazo mostraron las siguientes dificultades.



**Gráfico 15.** Gráfico de sectores de la distribución de problemas de salud durante el embarazo en toda la muestra.

La distribución de los problemas durante el parto fue la siguiente:

**Tipo de problema en el parto**



**Gráfico 16.** Gráfico de sectores de la distribución de problemas durante el parto en toda la muestra.

Se presenta a continuación los valores descriptivos de las variables cuantitativas en la exploración inicial en toda la muestra (n=34).

Variable	Análisis Descriptivo
Edad (semanas)**	17,5 (15,00 ; 20,00)
Peso al nacer (gr)*	3114 ± 544,7
Tiempo en prono con 1 mes (min)**	2 (0 ; 5,25)
Tiempo en prono con 2 meses (min)**	5 (1 ; 10)

**Tabla 35.** Tabla con descripción de las variables cuantitativas modificadoras de efecto en la exploración inicial en toda la muestra. \* Descriptivos realizados con Media ± Desviación Típica. \*\* Descriptivos realizados con Mediana (Q1; Q3)

#### 4.2.1.2.2. Descripción de las variables dependientes en la exploración inicial en toda la muestra (n=34).

Variable	Análisis Descriptivo
Circunferencia Máxima de Cabeza* (cm)	40,90 ± 1,99
Longitud Craneal* (mm)	133,33 ± 7,32
Anchura Craneal* (mm)	116,816 ± 7,99
Diámetro Diagonal Derecho* (mm)	129,54 ± 8,64
Diámetro Diagonal Izquierdo* (mm)	132,04 ± 7,87
Diferencia de Diagonales** (mm)	7,83 (6,29 ; 9,75)
Índice Craneal (IC)* (%)	87,79 ± 6,71
Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC)** (%)	6,043 (4,95 ; 8,01)
Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Derecha (ROMcar Derecha)* (°)	71,48 ± 10,74
Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Izquierda (ROMcar Izquierda)** (°)	65,60 (59,73 ; 70,72)
Grados Totales de Movimiento Cervical Activo en Rotación Total (ROMcar Total)** (°)	140,3 (129,5 ; 147,8)
Alberta Infant Motor Scale (AIMS)** (%)	25 (10 ; 50)

**Tabla 36.** Tabla con descripción de las variables cuantitativas dependientes en la exploración inicial en toda la muestra. \* Descriptivos realizados con Media ± Desviación Típica. \*\* Descriptivos realizados con Mediana (Q1; Q3)

## 4.2.2. Análisis comparativo de las variables dependientes

### 4.2.2.1. Requisitos previos para la aplicabilidad de las pruebas paramétricas

#### 4.2.2.1.1. Normalidad

Variable	Exploración Inicial				Exploración Final			
	Grupo TMP (n=17)		Grupo Control (n=17)		Grupo TMP (n=15)		Grupo Control (n=17)	
	Est.	Valor de p	Est.	Valor de p	Est.	Valor de p	Est.	Valor de p
CMC	0,969	0,799	0,953	0,497	0,950	0,531	0,933	0,245
Longitud Craneal	0,875	0,027	0,975	0,896	0,905	0,115	0,950	0,455
Anchura Craneal	0,985	0,99	0,972	0,855	0,950	0,526	0,977	0,92
Diámetro Diagonal Derecho	0,945	0,389	0,936	0,276	0,926	0,236	0,970	0,827
Diámetro Diagonal izquierdo	0,965	0,721	0,935	0,261	0,879	0,045	0,979	0,951
Diferencia de Diagonales	0,869	0,022	0,761	0,001	0,892	0,071	0,961	0,646
IC	0,976	0,914	0,932	0,238	0,946	0,458	0,893	0,053
IABC	0,856	0,071	0,745	<0,05	0,881	0,049	0,946	0,395
ROMcar Derecha	0,959	0,616	0,979	0,95	0,949	0,507	0,929	0,209
ROMcar Izquierda	0,889	0,045	0,899	0,066	0,929	0,264	0,983	0,981
ROMcar Total	0,822	0,004	0,892	0,05	0,939	0,365	0,939	0,306
AIMS	0,867	0,013	0,878	0,029	0,915	0,159	0,861	0,016
EVA Percepción Cambio en Forma de Cabeza					0,941	0,393	0,956	0,562
EVA Percepción Cambio en Movilidad cervical					0,748	0,001	0,973	0,871
EVA Percepción Cambio Global					0,635	0	0,959	0,611

**Tabla 37.** Tabla con descripción de la normalidad de las variables cuantitativas dependientes en el Grupo TMP y en el Grupo Control. Pruebas de normalidad realizadas con el test de Shapiro-Wilk. TMP: (Terapia Manual Pediátrica). Est: (Prueba estadística). CMC (Circunferencia Máxima Craneal). IC: (Índice Craneal). IABC: (Índice de Asimetría de Bóveda Craneal). ROMcar: (Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación). AIMS: (Alberta Infant Motor Scale). EVA: (Escala Visual Analógica).

Índices de Mejora	Grupo TMP (n=15)		Grupo Control (n=17)	
	Estadístico	Valor de p	Estadístico	Valor de p
CMC	0,969	0,836	0,954	0,528
Longitud Craneal	0,966	0,799	0,975	0,903
Anchura Craneal	0,924	0,219	0,980	0,956
Diámetro Diagonal Derecho	0,948	0,486	0,886	0,04
Diámetro Diagonal izquierdo	0,924	0,22	0,962	0,67
Diferencia de Diagonales	0,895	0,079	0,953	0,511
IC	0,970	0,865	0,975	0,9
IABC	0,892	0,073	0,951	0,472
ROMcar Derecha	0,968	0,827	0,947	0,41
ROMcar Izquierda	0,962	0,729	0,966	0,746
ROMcar Total	0,920	0,193	0,959	0,621
AIMS	0,806	0,004	0,849	0,01

**Tabla 38.** Tabla con descripción de la normalidad de las variables de Índice de Mejora en el Grupo TMP y en el Grupo Control. Pruebas de normalidad realizadas con el test de Shapiro-Wilk TMP: (Terapia Manual Pediátrica). CMC (Circunferencia Máxima Craneal). IC: (Índice Craneal). IABC: (Índice de Asimetría de Bóveda Craneal). ROMcar: (Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación). AIMS: (Alberta Infant Motor Scale).

#### 4.2.2.1.2. Homogeneidad

Exploración Inicial				
Variables cualitativas		Grupo TMP (n=17)	Grupo Control (n=17)	Valor de p
Sexo*	Mujeres	52,9%	41,2%	0,492
	Varones	47,1%	58,8%	
Prematuro**		29,4%	5,9%	0,175
Dolor lumbar en embarazo*		41,2%	35,3%	0,724
Problemas de salud en embarazo*		35,3%	52,9%	0,300
Parto instrumental**		17,6%	23,5%	1,000

Exploración Inicial				
Variables cualitativas	Grupo TMP (n=17)	Grupo Control (n=17)	Valor de p	
Lactancia materna correcta*	58,8%	64,7%	0,724	
Dificultades en el parto*	41,2%	82,4%	0,013	
Primogénito*	70,6%	70,6%	1,000	
Parto múltiple**	23,5%	17,6%	1,000	
Cólicos*	52,9%	41,2%	0,492	
Irritabilidad o inquietud**	11,8%	17,6%	1,000	
Dificultades de sueño*	35,3%	41,2%	0,724	
Quiétude o falta de acción**	11,8%	5,9%	1,000	
Posición preferencial de la cabeza**	100%	88,2%	0,485	
Diagnóstico de tortícolis Congénita**	5,9%	11,8%	1,000	
Limitación de giro de cabeza*	64,7%	52,9%	0,486	
Lado de la Plagiocefalia*	Dcho	52,9%	76,5%	0,151
	Izq.	47,1%	23,5%	
Tipo de Transporte**	Carrito	100%	94,1%	1,000
	Mochila	0%	5,9%	

**Tabla 39.** Análisis descriptivo y comparativo de las variables cualitativas en la exploración inicial. TMP: (Terapia Manual Pediátrica). Dcho: (Derecho). Izq: (Izquierdo). \* Estadísticos realizados con la prueba de Chi-Cuadrado; \*\* Estadísticos realizados con la prueba exacta de Fisher.

Exploración Inicial			
Variables cuantitativas	Grupo TMP (n=17)	Grupo Control (n=17)	Valor de p
Edad en semanas**	18 (15 ; 20)	17 (15 ; 20)	0,604
Peso al nacer* (gr)	3040 ± 605,3	3188 ± 483,7	0,437
Tiempo en Prono con 1 mes** (min)	1 (0 ; 5)	5 (5 ; 16)	0,520

Exploración Inicial			
VARIABLES CUANTITATIVAS	Grupo TMP (n=17)	Grupo Control (n=17)	Valor de p
Tiempo en Prono con 2 mes** (min)	2 (0,5 ; 10)	10 (5 ; 11)	0,228
Tiempo en Prono con 3 mes** (min)	4,50 (2,25 ; 17,50)	10 (7 ; 15)	0,186
Tiempo en Prono con 4 mes** (min)	5 (5 ; 20)	12,5 (7,25 ; 22,5)	0,183
Tiempo en Prono con 5 mes* (min)	20 ± 10	10 ± 5	0,196
Circunferencia* (cm)	40,76 ± 2,012	41,08 ± 2,139	0,610
Longitud Craneal** (mm)	131 (129,9 ; 136,8)	134,8 ± 8,059	0,480
Anchura Craneal* (mm)	116,8 ± 8,015*	117,1 ± 8,662	0,846
Diámetro Diagonal Derecho* (mm)	128,7 ± 8,309*	129,3 ± 9,196	0,874
Diámetro Diagonal Izquierdo* (mm)	130,65 ± 8,52	133,44 ± 7,16	0,310
Diferencia de Diagonales** (mm)	8,20 (6,50 ; 11,75)	7 (5,833 ; 9,333)	0,196
IC* (%)	88,35 ± 6,39	87,04 ± 7,142	0,522
IABC** (%)	6,588 (5,20 ; 9,30)	5,366 (4,51 ; 7,86)	0,153
ROMcar Derecha* (°)	66,44 ± 11,69	76,51 ± 6,883	0,005
ROMcar Izquierda** (°)	68,36 (62,61 ; 72,84)	62,95 ± 10,59	0,459
ROMcar Total** (°)	134 (125,9 ; 145,9)	143,4 (133,5 ; 150,5)	0,163
AIMS** (%)	25 (10 ; 50)	25 (10 ; 50)	0,683

**Tabla 40.** Tabla con descripción de la homogeneidad de las variables cuantitativas en la exploración inicial. TMP: (Terapia Manual Pediátrica). CMC (Circunferencia Máxima Craneal). IC: (Índice Craneal). IABC: (Índice de Asimetría de Bóveda Craneal). ROMcar: (Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación). AIMS: (Alberta Infant Motor Scale). \* Estadísticos realizados con prueba t-student. \*\* Estadísticos realizados con la prueba de U de Mann Whitney.

#### 4.2.2.2. Análisis comparativo de las muestras independientes (Inter Grupo)

Descriptivos y comparativa de los Índices de Mejora				
Variables	TMP	Control	Sig.	Tamaño del efecto d de Cohen
CMC* (cm)	2,160 ± 0,69*	1,353 ± 0,752*	0,004	1,12
Longitud Craneal* (mm)	7,567 ± 2,327*	4,25 ± 2,467*	0,001	1,39
Anchura Craneal* (mm)	5,417 ± 4,242*	3,971 ± 3,112*	0,277	0,39
Diámetro Posterior Derecho** (mm)	6,500 (5,66 ; 9,16)	3,833 (2,25 ; 7,83)	0,45	
Diámetro Posterior Izquierdo* (mm)	6,180 ± 4,031	5,314 ± 2,393	0,475	0,26
Diferencia de Diámetros Diagonales* (mm)	4,39 ± 1,506	0,108 ± 2,137	< 0,05	2,32
Índice Craneal* (%)	0,854 ± 3,632	0,156 ± 2,002	0,499	0,24
IABC* (%)	3,72 ± 1,396	0,337 ± 1,722	< 0,05	2,16
ROMcar Derecha* (°)	13,42 ± 9,143	1,59 ± 9,459	< 0,05	1,61
ROMcar Izquierda* (°)	16,25 ± 11,74	7,721 ± 13,68	0,07	0,67
ROMcar Total* (°)	29,68 ± 18,41	6,126 ± 17,69	< 0,05	1,3
AIMS** (%)	0 (0 ; 25)	0 (0 ; 25)	0,887	

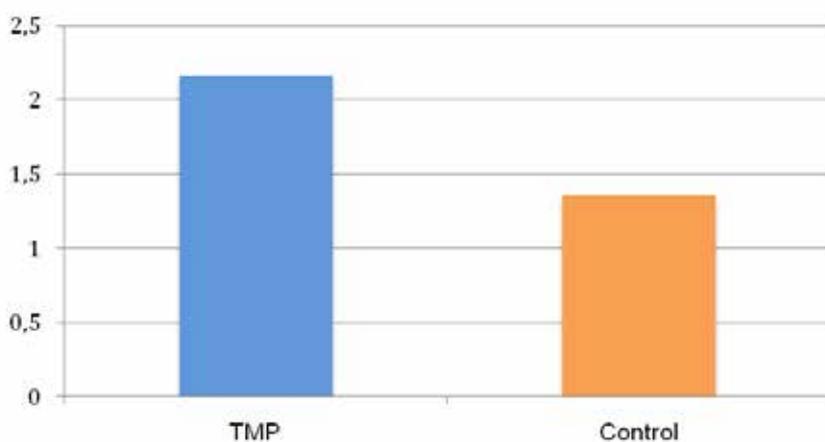
**Tabla 41.** Tabla resumen de las variables con descriptivos y comparativa de sus Índices de Mejora. TMP: (Terapia Manual Pediátrica). Estadísticos con realizados con prueba de t-student para muestras independientes. \* Media ± Desviación típica. Significación con la prueba t-student \*\* Mediana (Q1 ; Q3) Estadístico con la prueba de U Mann-Whitney . TMP: (Terapia Manual Pediátrica). CMC (Circunferencia Máxima Craneal). IC: (Índice Craneal). IABC: (Índice de Asimetría de Bóveda Craneal). ROMcar: (Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación). AIMS: (Alberta Infant Motor Scale).

Descriptivos y comparativa de los valores en la evaluación final				
Variables	TMP	Control	Sig.	Tamaño del efecto d de Cohen
EVA cambio de la cabeza* (cm)	6,659 ± 2,07	4,248 ± 2,31	0,04	1,1

Descriptivos y comparativa de los valores en la evaluación final				
Variables	TMP	Control	Sig.	Tamaño del efecto d de Cohen
EVA cambio movimiento cervical** (cm)	9,09 (7,65 ; 10)	6,7 (4,53 ; 7,85)	0,01	
EVA cambio Global** (cm)	8,55 (8,02 ; 9,15)	6,7 (4,54 ; 7,67)	< 0,05	

**Tabla 41 Bis.** Tabla resumen las variables con descriptivos y comparativa de sus valores en la evaluación final. TMP: (Terapia Manual Pediátrica). Estadísticos con realizados con prueba de t-student para muestras independientes. \* Media  $\pm$  Desviación típica. Significación con la prueba t-student \*\* Mediana (Q1 ; Q3) Estadístico con la prueba de U Mann-Whitney . TMP: (Terapia Manual Pediátrica). EVA (Escala Visual Analógica).

#### 4.2.2.2.1. Índice de mejora en la Circunferencia Máxima Craneal (CMC)

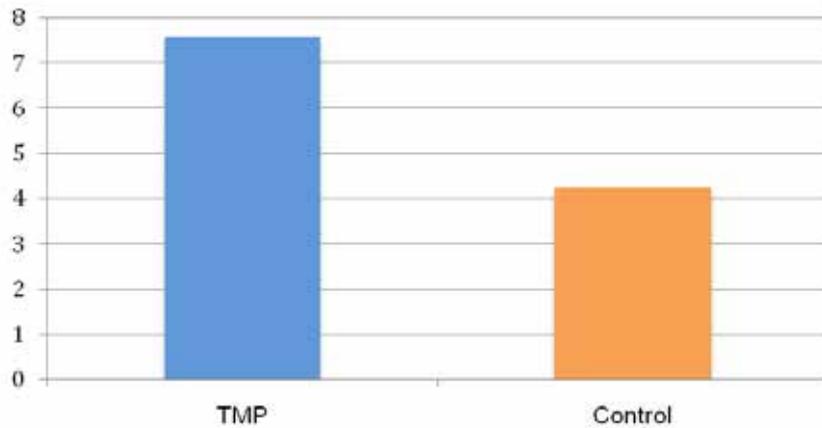


**Gráfico 17.** Gráfica comparativa de las muestras independientes en el Índice de Mejora de la Circunferencia Máxima Craneal (CMC).

Grupo	Descriptivos de los Índices de Mejora (cm)	Sig. t-student	Tamaño del efecto d de Cohen
TMP	2,160 $\pm$ 0,69	0,004	1,12
Control	1,353 $\pm$ 0,752		

**Tabla 42.** Tabla comparativa de las muestras independientes en el Índice de Mejora de la CMC. TMP: (Terapia Manual Pediátrica). Descriptivos realizados con la media más menos la desviación típica. Estadístico con la prueba t-student para variables independientes.

#### 4.2.2.2. Índice de mejora de longitud craneal

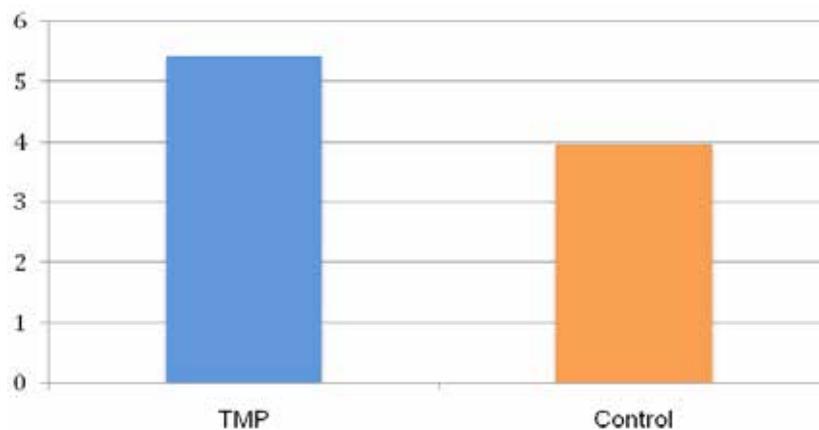


**Gráfico 18.** Gráfica comparativa de las muestras independientes en el Índice de Mejora de la Longitud Craneal. TMP: (Terapia Manual Pediátrica).

Grupo	Descriptivos de los Índices de Mejora (mm)	Sig. t-student	Tamaño del efecto d de Cohen
TMP	7,567 ± 2,327	0,001	1,39
Control	4,25 ± 2,467		

**Tabla 43.** Tabla comparativa de las muestras independientes en el Índice de Mejora de la Longitud Craneal. TMP: (Terapia Manual Pediátrica). Descriptivos realizados con la media más menos la desviación típica. Estadístico con la prueba t-student para variables independientes.

#### 4.2.2.3. Índice de mejora de anchura craneal

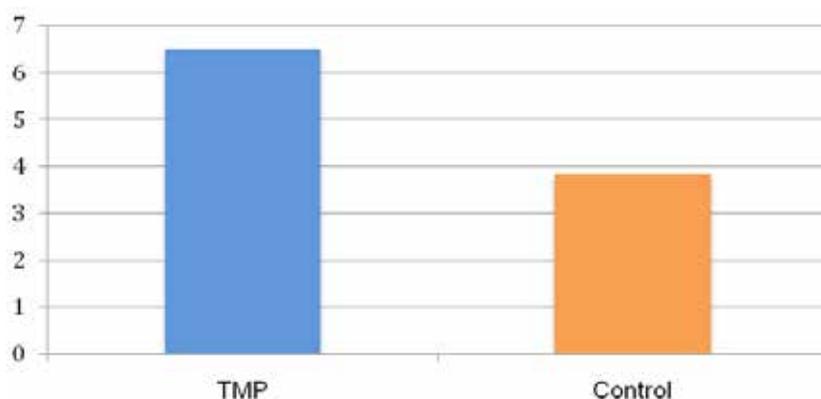


**Gráfico 19.** Gráfica comparativa de las muestras independientes en el Índice de Mejora de la Anchura Craneal. TMP: (Terapia Manual Pediátrica).

Grupo	Descriptivos de los Índices de Mejora (mm)	Sig. t-student	Tamaño del efecto d de Cohen
TMP	5,417 ± 4,242	0,277	0,39
Control	3,971 ± 3,112		

**Tabla 44.** Tabla comparativa de las muestras independientes en el Índice de Mejora de la Anchura Craneal. TMP: (Terapia Manual Pediátrica). Descriptivos realizados con la media más menos la desviación típica. Estadístico realizado con la prueba t-student para variables independientes.

#### 4.2.2.2.4. Índice de mejora del Diámetro Diagonal Posterior Derecho

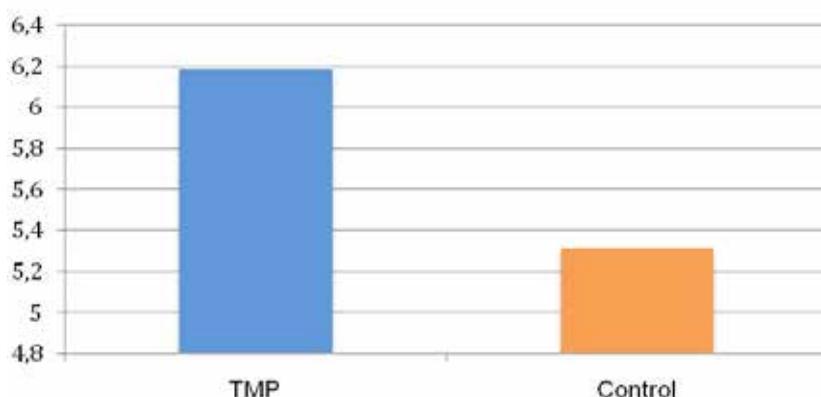


**Gráfico 20.** Gráfica comparativa de las muestras independientes en el Índice de Mejora del Diámetro Diagonal Derecho. TMP: (Terapia Manual Pediátrica).

Grupo	Descriptivos de los Índices de Mejora (mm)	Sig. U Mann-Whitney
TMP	6,500 (5,66 ; 9,16)	0,45
Control	3,833 (2,25 ; 7,83)	

**Tabla 45.** Tabla comparativa de las muestras independientes en el Índice de Mejora del Diámetro Diagonal Posterior Derecho. TMP: (Terapia Manual Pediátrica). Descriptivos realizados con la mediana (Q1 ; Q3). Estadístico realizado con la prueba U Mann-Whitney para variables independientes.

#### 4.2.2.2.5. Índice de mejora del Diámetro Diagonal Izquierdo

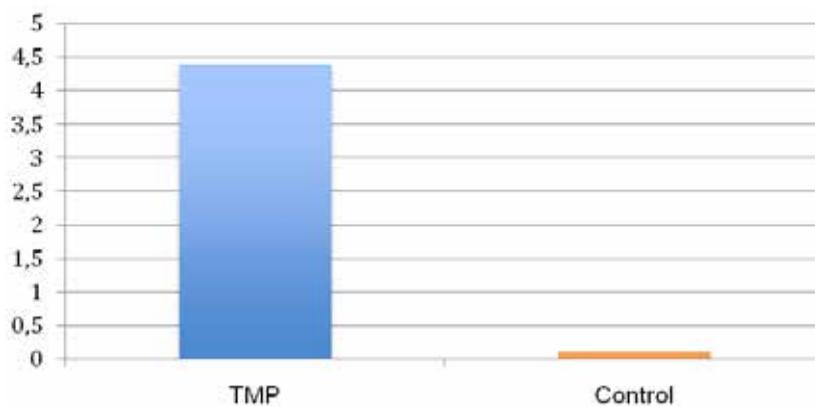


**Gráfico 21.** Gráfica comparativa de las muestras independientes en el Índice de Mejora del Diámetro Diagonal Izquierdo. TMP: (Terapia Manual Pediátrica).

Grupo	Descriptivos de los Índices de Mejora (mm)	Sig. t-student	Tamaño del efecto d de Cohen
TMP	6,180 ± 4,031	0,475	0,26
Control	5,314 ± 2,393		

**Tabla 46.** Tabla comparativa de las muestras independientes en el Índice de Mejora del Diámetro Diagonal Izquierdo. TMP: (Terapia Manual Pediátrica). Descriptivos realizados con la media más menos la desviación típica. Estadístico realizado con la prueba t-student para variables independientes.

#### 4.2.2.2.6. Índice de mejora de la Diferencia entre Diámetros Diagonales

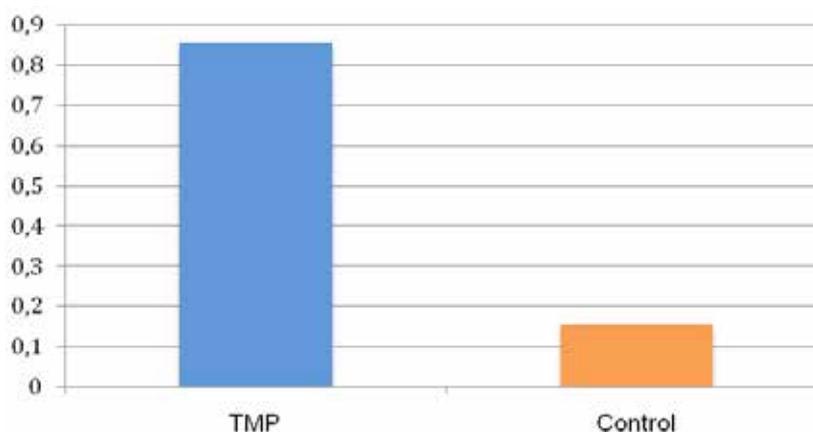


**Gráfico 22.** Gráfica comparativa de las muestras independientes en el Índice de Mejora de la Diferencia entre los Diámetros Diagonales. TMP: (Terapia Manual Pediátrica).

Grupo	Descriptivos de los Índices de Mejora (mm)	Sig. t-student	Tamaño del efecto d de Cohen
TMP	4,39 ± 1,506	< 0,05	2,32
Control	0,108 ± 2,137		

**Tabla 47.** Tabla comparativa de las muestras independientes en el Índice de Mejora de la Diferencia entre los Diámetros Diagonales. TMP: (Terapia Manual Pediátrica). Descriptivos realizados con la media más menos la desviación típica. Estadístico realizado con la prueba t-student para variables independientes.

#### 4.2.2.2.7. Índice de mejora en el Índice Craneal (IC)

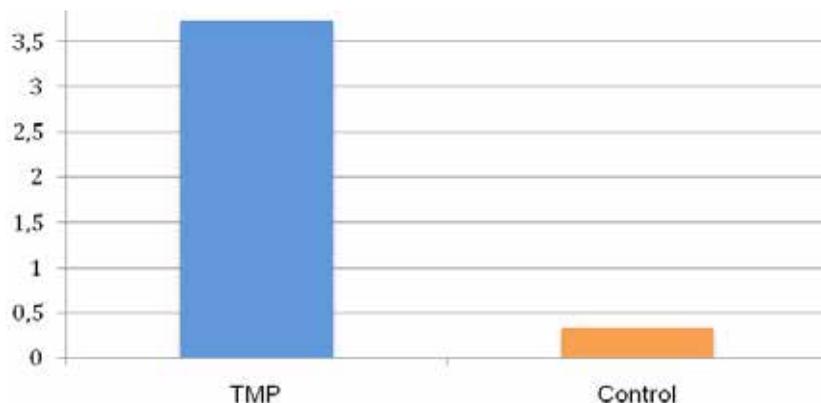


**Gráfico 23.** Gráfica comparativa de las muestras independientes en el Índice de Mejora en el Índice Craneal (IC). TMP: (Terapia Manual Pediátrica).

Grupo	Descriptivos de los Índices de Mejora (%)	Sig. t-student	Tamaño del efecto d de Cohen
TMP	0,854 ± 3,632	0,499	0,24
Control	0,156 ± 2,002		

**Tabla 48.** Tabla comparativa de las muestras independientes en el Índice de Mejora en el Índice Craneal (IC). TMP: (Terapia Manual Pediátrica). Descriptivos realizados con la media más menos la desviación típica. Estadístico realizado con la prueba t-student para variables independientes.

#### 4.2.2.2.8. Índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC)

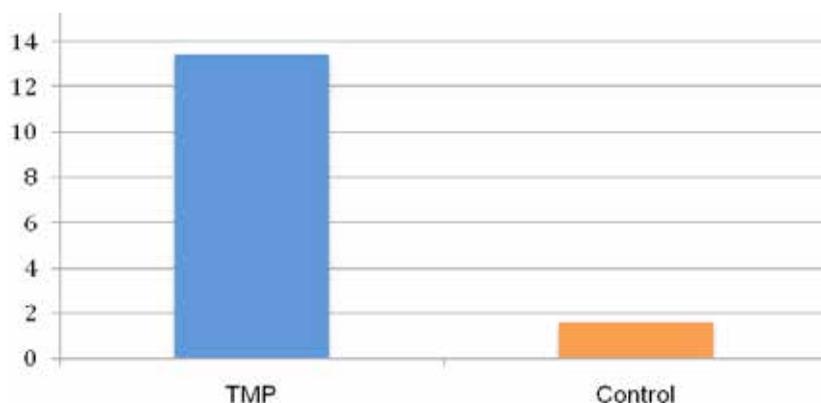


**Gráfico 24.** Gráfica comparativa de las muestras independientes en el Índice de Mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC). TMP: (Terapia Manual Pediátrica).

Grupo	Descriptivos de los Índices de Mejora (%)	Sig. t-student	Tamaño del efecto d de Cohen
TMP	3,72 ± 1,396	< 0,05	2,16
Control	0,337 ± 1,722		

**Tabla 49.** Tabla comparativa de las muestras independientes en el Índice de Mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC). TMP: (Terapia Manual Pediátrica). Descriptivos realizados con la media más menos la desviación típica. Estadístico realizado con la prueba t-student para variables independientes.

#### 4.2.2.2.9. Índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Derecha (ROMcar Dcha)

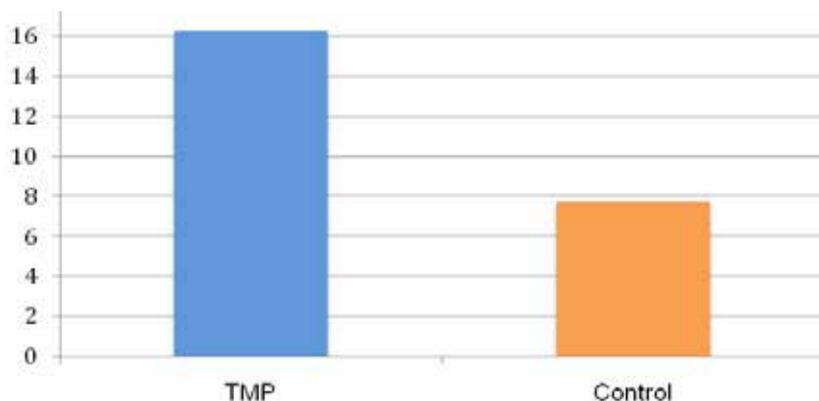


**Gráfico 25.** Gráfica comparativa de las muestras independientes en el Índice de Mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Derecha (ROMcar Dcha). TMP: (Terapia Manual Pediátrica).

Grupo	Descriptivos de los Índices de Mejora (°)	Sig. t-student	Tamaño del efecto d de Cohen
TMP	13,42 ± 9,143	< 0,05	1,61
Control	1,59 ± 9,459		

**Tabla 50.** Tabla comparativa de las muestras independientes en el Índice de Mejora en el Índice de Mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Derecha (ROMcar Dcha). TMP: (Terapia Manual Pediátrica). Descriptivos realizados con la media más menos la desviación típica. Estadístico realizado con la prueba t-student para variables independientes.

#### 4.2.2.2.10. Índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Izquierda (ROMcar Izda)

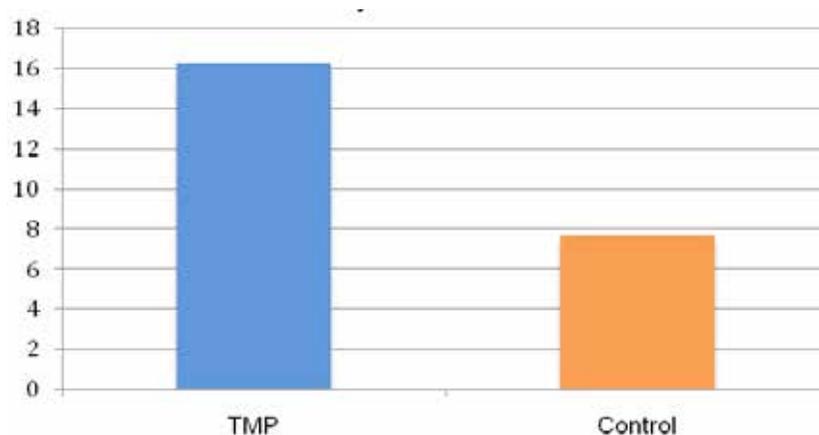


**Gráfico 26.** Gráfica comparativa de las muestras independientes en el Índice de Mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Izquierda (ROMcar Izda). TMP: (Terapia Manual Pediátrica).

Grupo	Descriptivos de los Índices de Mejora (°)	Sig. t-student	Tamaño del efecto d de Cohen
TMP	16,25 ± 11,74	0,07	0,67
Control	7,721 ± 13,68*		

**Tabla 51.** Tabla comparativa de las muestras independientes en el Índice de Mejora en el Índice de Mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Izquierda (ROMcar Izda). TMP: (Terapia Manual Pediátrica). Descriptivos realizados con la media más menos la desviación típica. Estadístico realizado con la prueba t-student para variables independientes.

#### 4.2.2.2.11. Índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total)



**Gráfico 27.** Gráfica comparativa de las muestras independientes en el Índice de Mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total). TMP: (Terapia Manual Pediátrica).

Grupo	Descriptivos de los Índices de Mejora (°)	Sig. t-student	Tamaño del efecto d de Cohen
TMP	29,68 ± 18,41	< 0,05	1,3
Control	6,126 ± 17,69		

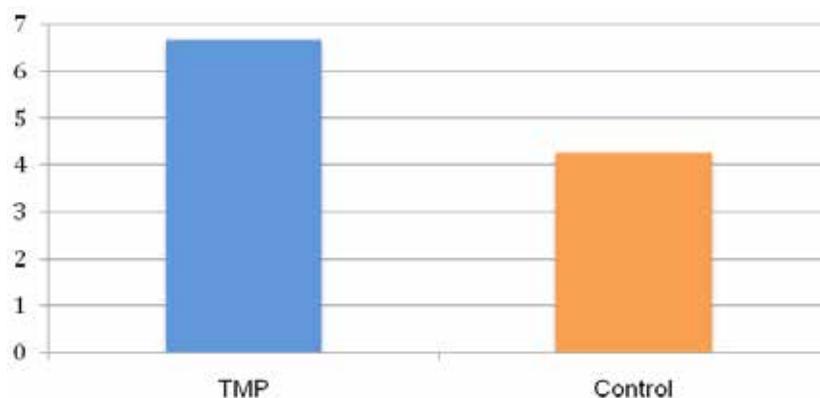
**Tabla 52.** Tabla comparativa de las muestras independientes en el Índice de Mejora en el Índice de Mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total). TMP: (Terapia Manual Pediátrica). Descriptivos realizados con la media más menos la desviación típica. Estadístico realizado con la prueba t-student para variables independientes.

#### 4.2.2.2.12. Índice de mejora en la escala Alberta Infant Motor Scale (AIMS)

Grupo	Descriptivos de los Índices de Mejora (%)	Sig. U Mann-Whitney
TMP	0 (0 ; 25)	0,887
Control	0 (0 ; 25)	

**Tabla 53.** Tabla comparativa de las muestras independientes en el Índice de Mejora en el Índice de Mejora en el Alberta Infant Motor Scale (AIMS). TMP: (Terapia Manual Pediátrica). Descriptivos realizados con la mediana (Q1 ; Q3). Estadístico realizado con la prueba U Mann-Whitney para variables independientes.

#### 4.2.2.2.13. EVA de la percepción de los padres del cambio en la forma de la cabeza

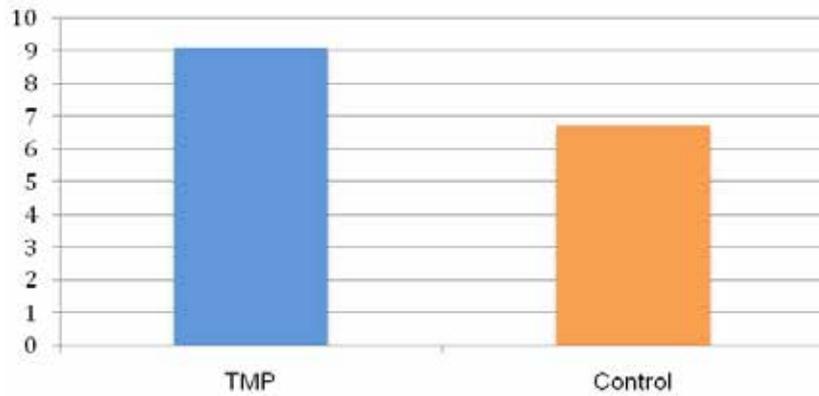


**Gráfico 28.** Gráfica comparativa de las muestras independientes en la Escala Visual Analógica (EVA) de percepción de los padres del cambio en la forma de la cabeza. TMP: (Terapia Manual Pediátrica).

Grupo	Descriptivos de los Índices de Mejora (cm)	Sig. t-student	Tamaño del efecto d de Cohen
TMP	6,659 ± 2,07	0,04	1,1
Control	4,248 ± 2,31		

**Tabla 54.** Tabla comparativa de las muestras independientes en la Escala Visual Analógica (EVA) de percepción de los padres del cambio en la forma de la cabeza. TMP: (Terapia Manual Pediátrica). Descriptivos realizados con la media más menos la desviación típica. Estadístico realizado con la prueba t-student para variables independientes.

#### 4.2.2.14. EVA de la percepción de los padres del cambio la rotación cervical

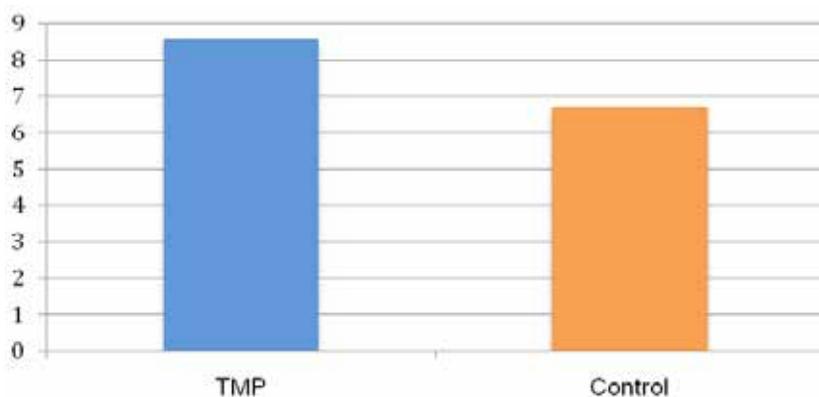


**Gráfico 29.** Gráfica comparativa de las muestras independientes en la Escala Visual Analógica (EVA) de percepción de los padres del cambio en la rotación cervical. TMP: (Terapia Manual Pediátrica).

Grupo	Descriptivos de los Índices de Mejora (cm)	Sig. U Mann-Whitney
TMP	9,09 (7,65 ; 10)	0,01
Control	6,7 (4,53 ; 7,85)	

**Tabla 55.** Tabla comparativa de las muestras independientes en la Escala Visual Analógica (EVA) de percepción de los padres del cambio en la rotación cervical. TMP: (Terapia Manual Pediátrica). Descriptivos realizados con la mediana (Q1 ; Q3). Estadístico realizado con la prueba U Mann-Whitney para variables independientes.

#### 4.2.2.15. EVA de la percepción de los padres del cambio global



**Gráfico 30.** Gráfica comparativa de las muestras independientes en la Escala Visual Analógica (EVA) de percepción de los padres del cambio global. TMP: (Terapia Manual Pediátrica).

Grupo	Descriptivos de los Índices de Mejora (cm)	Sig. U Mann-Whitney
TMP	8,55 (8,02 ; 9,15)	< 0,05
Control	6,7 (4,54 ; 7,67)	

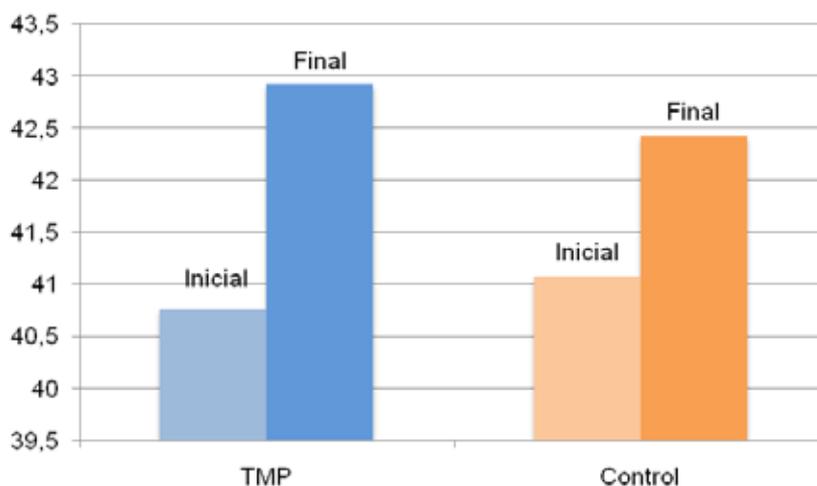
**Tabla 56.** Tabla comparativa de las muestras independientes en la Escala Visual Analógica (EVA) de percepción de los padres del cambio global. TMP: (Terapia Manual Pediátrica). Descriptivos realizados con la mediana (Q1 ; Q3). Estadístico realizado con la prueba U Mann-Whitney para variables independientes.

### 4.2.2.3. Análisis comparativo de las muestras relacionadas (Intra Grupo)

Variable	Descriptivos TMP		Sig.	Descriptivos Control		Sig.
	Inicial	Final		Inicial	Final	
CMC	40,76 ± 2,012	42,92 ± 1,499	< 0,05*	41,08 ± 2,139	42,43 ± 1,749	< 0,05*
Longitud Craneal	131 (129,9 ; 136,8)	140 (137,3 ; 145)	0,001**	134,8 ± 8,059	139,1 ± 6,576	< 0,05*
Anchura Craneal	116,8 ± 8,015	122,2 ± 5,798	< 0,05*	117,1 ± 8,662	121,1 ± 7,680	< 0,05*
Diámetro Posterior Derecho	128,7 ± 8,309	135,8 ± 6,955	< 0,05*	129,3 ± 9,196	134 ± 7,636	< 0,05*
Diámetro Posterior Izquierdo	129,3 (124,2 ; 136,9)	139,3 (136,3 ; 142,7)	0,001**	133,4 ± 7,164	138,8 ± 6,125	< 0,05*
Diferencia de Diámetros Diagonales*	8,20 (6,50 ; 11,75)	4 (1,66 ; 5,50)	0,001**	7 (5,833 ; 9,333)	7,667 (5,08 ; 10,17)	0,740**
Índice Craneal	88,35 ± 6,39	87,73 ± 6,27	0,720*	87,04 ± 7,142	86,89 ± 6,809	0,752*
IABC	6,588 (5,20 ; 9,30)	2,938 (1,26 ; 3,91)	0,001**	5,366 (4,51 ; 7,86)	6,037 (3,67 ; 7,61)	0,407**
ROMcar Derecha	66,44 ± 11,69	79,95 ± 6,30	< 0,05*	76,51 ± 6,883	74,91 ± 9,918	0,497*
ROMcar Izquierda	68,36 (62,61 ; 72,84)	80,44 (73,70 ; 85,27)	0,001**	62,95 ± 10,59	70,67 ± 9,401	0,033*
ROMcar Total	134 (125,9 ; 145,9)	161,8 (152,1 ; 168,4)	0,001**	143,4 (133,5 ; 150,5)	147,6 (138,3 ; 149,5)	0,163**
AIMS	25 (10 ; 50)	50 (25 ; 50)	0,028**	25 (10 ; 50)	50 (25 ; 62,50)	0,017**

**Tabla 57.** Tabla Resumen del análisis comparativo de las muestras relacionadas. TMP: (Terapia Manual Pediátrica). \* Prueba de t-student para muestras relacionadas. \*\* Test de los rangos de Wilcoxon. TMP: (Terapia Manual Pediátrica). CMC (Circunferencia Máxima Craneal). IC: (Índice Craneal). IABC: (Índice de Asimetría de Bóveda Craneal). ROMcar: (Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación). AIMS: (Alberta Infant Motor Scale).

#### 4.2.2.3.1. Circunferencia Máxima Craneal (CMC)

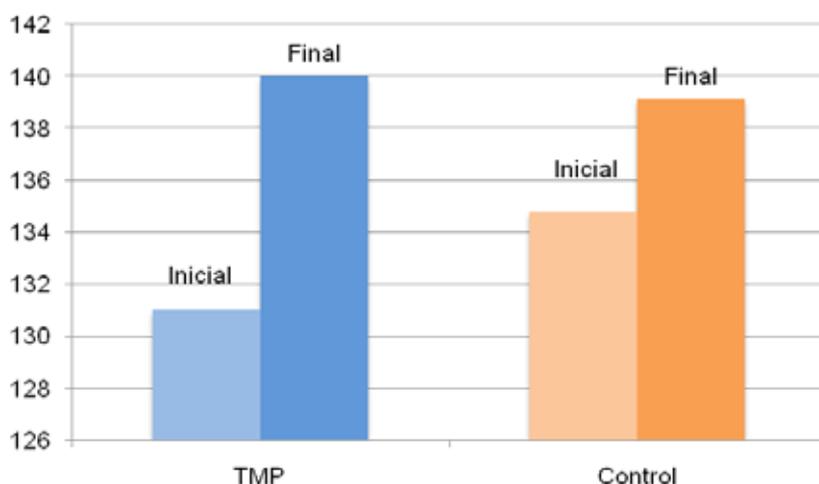


**Gráfico 31.** Gráfica del análisis comparativo de las muestras relacionadas en la Circunferencia Máxima Craneal (CMC). TMP: (Terapia Manual Pediátrica)..

Grupo	Descriptivos de la Exploración Inicial (cm)	Descriptivos de la Exploración Final (cm)	Sig.
TMP	40,76 ± 2,012	42,92 ± 1,499	< 0,05
Control	41,08 ± 2,139	42,43 ± 1,749	< 0,05

**Tabla 58.** Tabla del análisis comparativo de las muestras relacionadas en la Circunferencia Máxima Craneal (CMC). TMP: (Terapia Manual Pediátrica). Descriptivos realizados con la media más menos la desviación típica. Estadístico realizado con la prueba t-student para variables independientes.

#### 4.2.2.3.2. Longitud Craneal

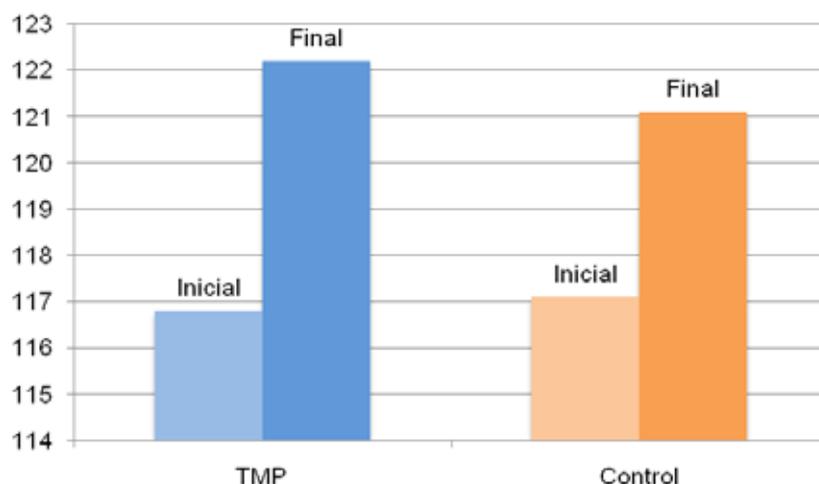


**Gráfico 32.** Gráfica del análisis comparativo de las muestras relacionadas en la longitud craneal. TMP: (Terapia Manual Pediátrica).

Grupo	Descriptivos de la Exploración Inicial (mm)	Descriptivos de la Exploración Final (mm)	Sig.
TMP	131 (129,9 ; 136,8)	140 (137,3 ; 145)	0,001
Control	134,8 ± 8,059	139,1 ± 6,576	< 0,05

**Tabla 59.** Tabla del análisis comparativo de las muestras relacionadas en la longitud craneal. TMP: (Terapia Manual Pediátrica). Descriptivos realizados con la media más menos la desviación típica. \* Estadístico realizado con la prueba t-student para variables independientes. \*\* Descriptivos realizados con la mediana (Q1 ; Q3). Estadístico realizado con el Test de los rangos de Wilcoxon.

#### 4.2.2.3.3. Anchura Craneal

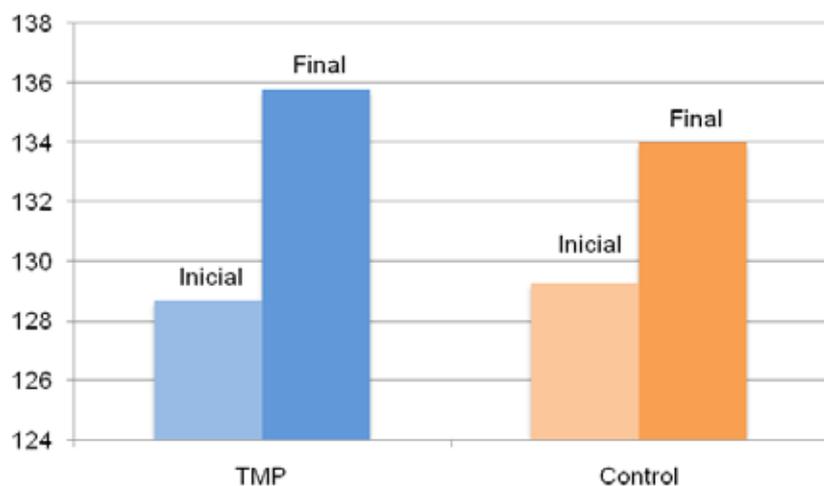


**Gráfico 33.** Gráfica del análisis comparativo de las muestras relacionadas en la Anchura Craneal. TMP: (Terapia Manual Pediátrica)..

Grupo	Descriptivos de la Exploración Inicial (mm)	Descriptivos de la Exploración Final (mm)	Sig.
TMP	116,8 ± 8,015	122,2 ± 5,798	< 0,05
Control	117,1 ± 8,662	121,1 ± 7,680	< 0,05

**Tabla 60.** Tabla del análisis comparativo de las muestras relacionadas en la anchura craneal. TMP: (Terapia Manual Pediátrica). Descriptivos realizados con la media más menos la desviación típica. Estadístico realizado con la prueba t-student para variables independientes.

#### 4.2.2.3.4. Diámetro Diagonal Derecho

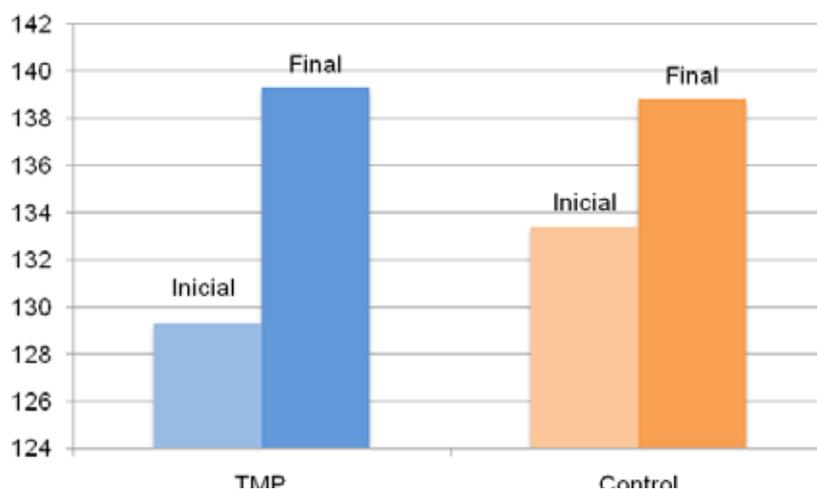


**Gráfico 34.** Gráfica del análisis comparativo de las muestras relacionadas en el Diámetro Diagonal Derecho. TMP: (Terapia Manual Pediátrica)..

Grupo	Descriptivos de la Exploración Inicial (mm)	Descriptivos de la Exploración Final (mm)	Sig.
TMP	128,7 ± 8,309	135,8 ± 6,955	< 0,05
Control	129,3 ± 9,196	134 ± 7,636	< 0,05

**Tabla 61.** Tabla del análisis comparativo de las muestras relacionadas en el diámetro diagonal posterior derecho. TMP: (Terapia Manual Pediátrica). Descriptivos realizados con la media más menos la desviación típica. Estadístico realizado con la prueba t-student para variables independientes.

#### 4.2.2.3.5. Diámetro Diagonal Izquierdo

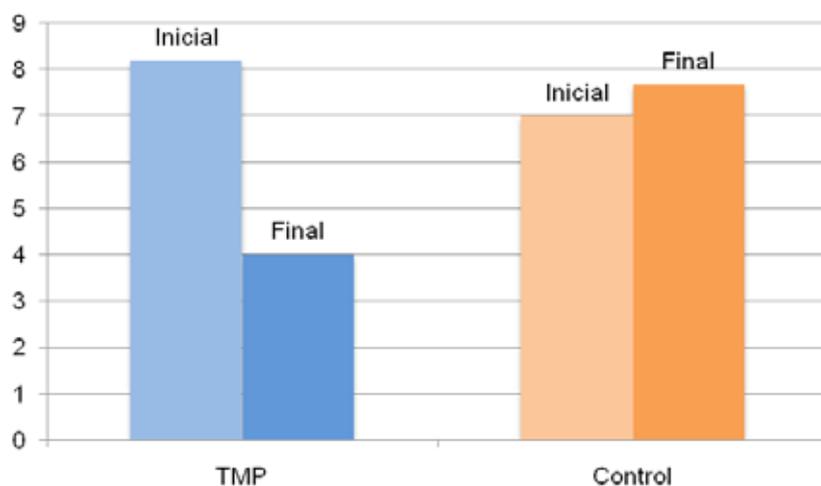


**Gráfico 35.** Gráfica del análisis comparativo de las muestras relacionadas en el Diámetro Diagonal Izquierdo. TMP: (Terapia Manual Pediátrica).

Grupo	Descriptivos de la Exploración Inicial (mm)	Descriptivos de la Exploración Final (mm)	Sig.
TMP	129,3 (124,2 ; 136,9)	139,3 (136,3 ; 142,7)	0,001
Control	133,4 ± 7,164	138,8 ± 6,125	< 0,05

**Tabla 62.** Tabla del análisis comparativo de las muestras relacionadas en el Diámetro Diagonal Izquierdo. TMP: (Terapia Manual Pediátrica). \* Descriptivos realizados con la media más menos la desviación típica Estadísticos realizados con prueba de t-student para muestras relacionadas. Descriptivos realizados con la mediana (Q1; Q3). Estadísticos realizados con el test de los rangos de Wilcoxon.

#### 4.2.2.3.6. Diferencia entre los Diámetros Diagonales

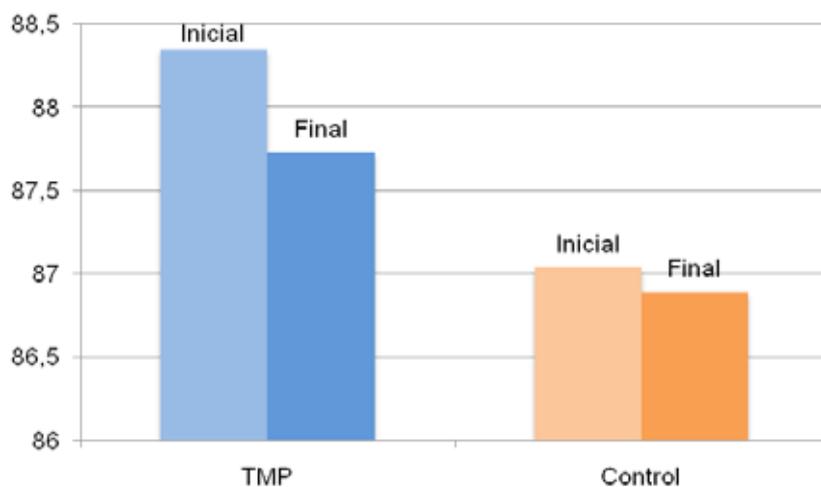


**Gráfico 36.** Gráfica del análisis comparativo de las muestras relacionadas en la Diferencia de los Diámetros Diagonales. TMP: (Terapia Manual Pediátrica).

Grupo	Descriptivos de la Exploración Inicial (mm)	Descriptivos de la Exploración Final (mm)	Sig.
TMP	8,20 (6,50 ; 11,75)	4 (1,66 ; 5,50)	0,001
Control	7 (5,833 ; 9,333)	7,667 (5,08 ; 10,17)	0,740

**Tabla 63.** Tabla del análisis comparativo de las muestras relacionadas en la diferencia entre Diámetros Diagonales. TMP: (Terapia Manual Pediátrica). Descriptivos realizados con la mediana (Q1 ; Q3). Estadísticos realizados con el test de los rangos de Wilcoxon.

#### 4.2.2.3.7. Índice Craneal (IC)

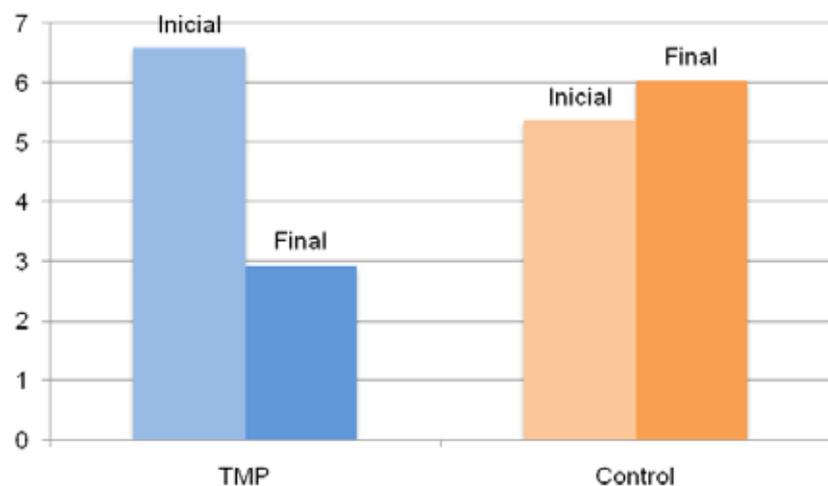


**Gráfico 37.** Gráfica del análisis comparativo de las muestras relacionadas en el Índice Craneal (IC). TMP: (Terapia Manual Pediátrica).

Grupo	Descriptivos de la Exploración Inicial (%)	Descriptivos de la Exploración Final (%)	Sig.
TMP	88,35 ± 6,39	87,73 ± 6,27*	0,720
Control	87,04 ± 7,142	86,89 ± 6,809	0,752

**Tabla 64.** Tabla del análisis comparativo de las muestras relacionadas en el Índice Craneal (IC). TMP: (Terapia Manual Pediátrica). Descriptivos realizados con la media más menos la desviación típica. Estadístico realizado con la prueba t-student para variables independientes.

#### 4.2.2.3.8. Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC)

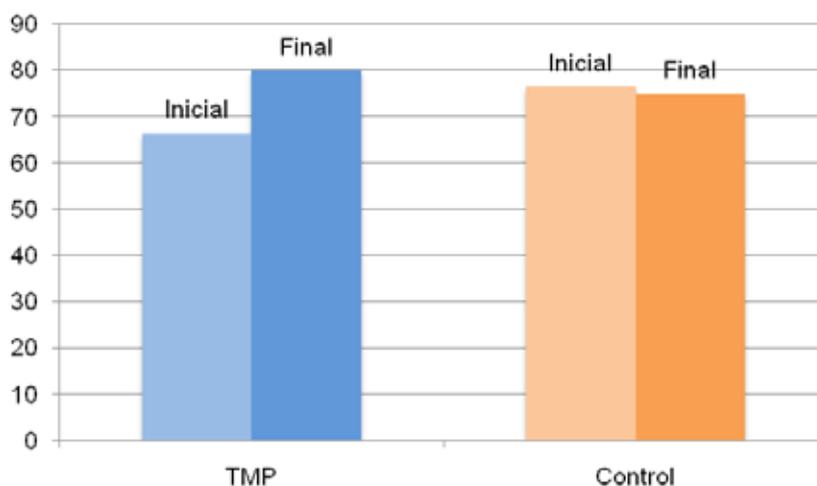


**Gráfico 38.** Gráfica del análisis comparativo de las muestras relacionadas en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC). TMP: (Terapia Manual Pediátrica).

Grupo	Descriptivos de la Exploración Inicial (%)	Descriptivos de la Exploración Final (%)	Sig.
TMP	6,588 (5,20 ; 9,30)	2,938 (1,26 ; 3,91)	0,001
Control	5,366 (4,51 ; 7,86)	6,037 (3,67 ; 7,61)	0,407

**Tabla 65.** Tabla del análisis comparativo de las muestras relacionadas en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC). TMP: (Terapia Manual Pediátrica). Descriptivos realizados con la mediana (Q1 ; Q3). Estadísticos realizados con el test de los rangos de Wilcoxon.

#### 4.2.2.3.9. Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Derecha (ROMcar Dcha)

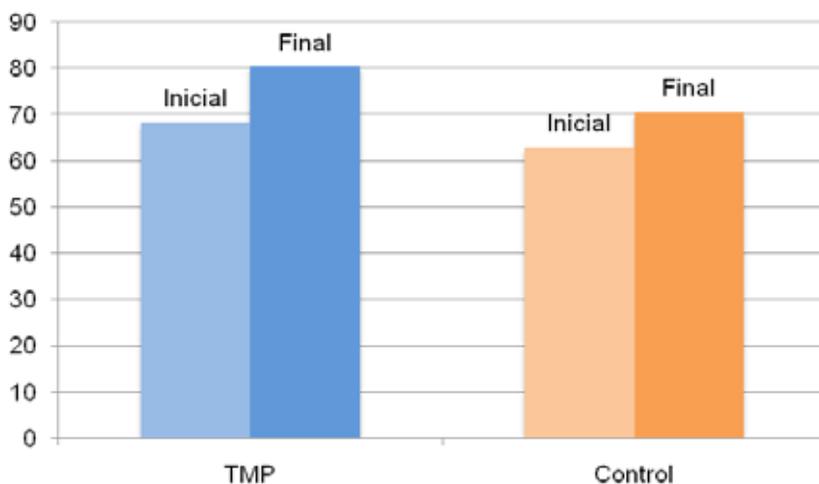


**Gráfico 39.** Gráfica del análisis comparativo de las muestras relacionadas en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Derecha (ROMcar Dcha). TMP: (Terapia Manual Pediátrica).

Grupo	Descriptivos de la Exploración Inicial (°)	Descriptivos de la Exploración Final (°)	Sig.
TMP	66,44 ± 11,69	79,95 ± 6,30	< 0,05
Control	76,51 ± 6,883	74,91 ± 9,918	0,497

**Tabla 66.** Tabla del análisis comparativo de las muestras relacionadas en el Índice Craneal (IC). TMP: (Terapia Manual Pediátrica). Descriptivos realizados con la media más menos la desviación típica. Estadístico realizado con la prueba t-student para variables independientes.

#### 4.2.2.3.10. Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Izquierda (ROMcar Izda)

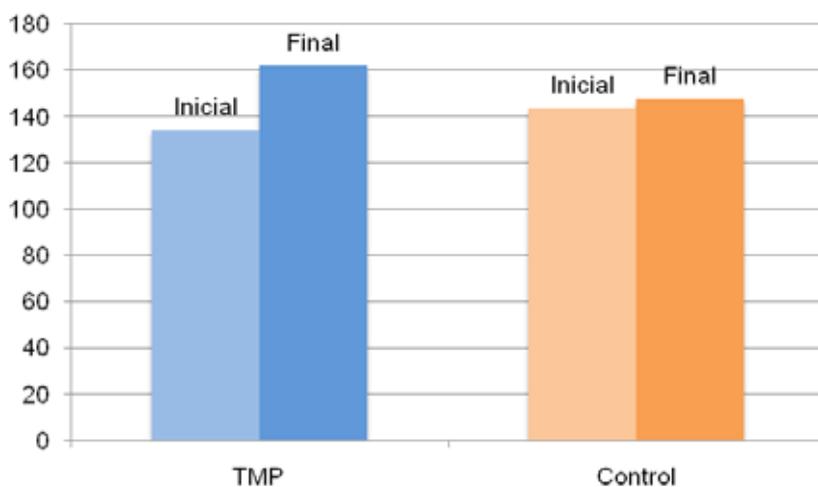


**Gráfico 40.** Gráfica del análisis comparativo de las muestras relacionadas en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Izquierda (ROMcar Izda). TMP: (Terapia Manual Pediátrica).

Grupo	Descriptivos de la Exploración Inicial (°)	Descriptivos de la Exploración Final (°)	Sig.
TMP	68,36 (62,61; 72,84)	80,44 (73,70; 85,27)	0,001
Control	62,95 ± 10,59	70,67 ± 9,401	0,033

**Tabla 67.** Tabla del análisis comparativo de las muestras relacionadas en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC). TMP: (Terapia Manual Pediátrica). Descriptivos realizados con la mediana (Q1 ; Q3). Estadísticos realizados con el test de los rangos de Wilcoxon.

#### 4.2.2.3.11. Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total)

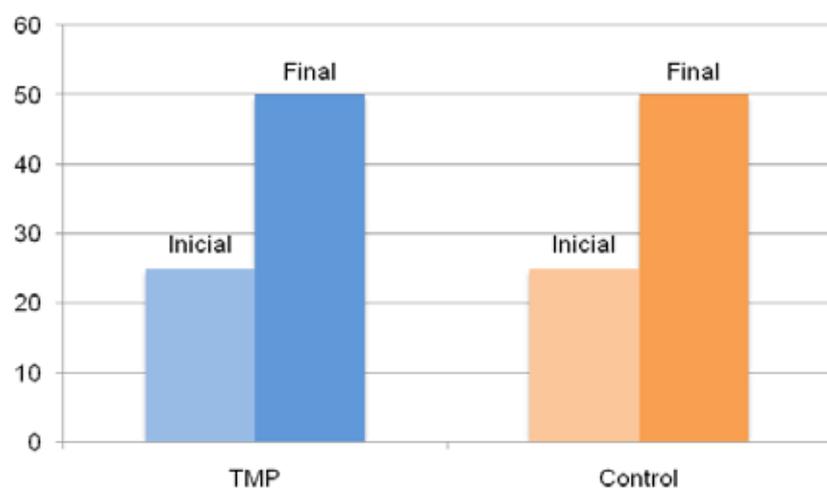


**Gráfico 41.** Gráfica del análisis comparativo de las muestras relacionadas en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total). TMP: (Terapia Manual Pediátrica).

Grupo	Descriptivos de la Exploración Inicial (°)	Descriptivos de la Exploración Final (°)	Sig.
TMP	134 (125,9 ; 145,9)	161,8 (152,1 ; 168,4)	0,001
Control	143,4 (133,5 ; 150,5)	147,6 (138,3 ; 149,5)	0,163

**Tabla 68.** Tabla del análisis comparativo de las muestras relacionadas en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total). TMP: (Terapia Manual Pediátrica). Descriptivos realizados con la Mediana (Q1 ; Q3). Estadísticos realizados con el test de los rangos de Wilcoxon.

#### 4.2.2.3.12. Escala de Motricidad Infantil Alberta Infant Motor Scale (AIMS)



**Gráfico 42.** Gráfica del análisis comparativo de las muestras relacionadas en la escala de motricidad infantil Alberta Infant Motor Scale (AIMS). TMP: (Terapia Manual Pediátrica).

Grupo	Descriptivos de la Exploración Inicial (%)	Descriptivos de la Exploración Final (%)	Sig.
TMP	25 (10 ; 50)	50 (25 ; 50)	0,028
Control	25 (10 ; 50)	50 (25 ; 62,50)	0,017

**Tabla 69.** Tabla del análisis comparativo de las muestras relacionadas en el Alberta Infant Motor Scale (AIMS). TMP: (Terapia Manual Pediátrica). Descriptivos realizados con la Mediana (Q1 ; Q3). Estadísticos realizados con el test de los rangos de Wilcoxon.

### 4.2.3. Análisis de relación entre variables

#### 4.2.3.1. Correlación entre el lado y el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación a la Izquierda y a la Derecha al inicio en toda la muestra

Correlaciones					
			Lado Dcho. 1 Izdo. 0	ROM car Dcha. al inicio	ROM car Dcha. al inicio
Rho de Spearman	Lado Dcho. 1 Izdo. 0	Coeficiente de correlación	1,000	0,376*	0,671**
		Sig. (bilateral)	.	0,028	0,000
		N	34	34	34
	ROMcar Dcha. al inicio	Coeficiente de correlación	0,376*	1,000	0,022
		Sig. (bilateral)	0,028	.	0,900
		N	34	34	34
	ROMcar Izda. al inicio	Coeficiente de correlación	0,671**	0,022	1,000
		Sig. (bilateral)	0,000	0,900	.
		N	34	34	34
*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).					
**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).					

**Tabla 70.** Tabla de relación entre el lado de la plagiocefalia y el ROMcar Dcha e Izda.

#### 4.2.3.2. Correlación entre el tiempo en Prono en 1 y 2 meses con el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) y el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) al inicio en toda la muestra

Correlaciones						
			Tiempo en Prono con 1 mes	Tiempo en Prono con 2 meses	IABC	ROMcar Total
Rho de Spearman	Tiempo en Prono con 1 mes	Coefficiente de correlación	1,000	0,547**	-0,180	-0,036
		Sig. (bilateral)	.	0,001	0,310	0,838
		N	34	34	34	34
	Tiempo en Prono con 2 meses	Coefficiente de correlación	0,547**	1,000	0,111	-0,221
		Sig. (bilateral)	0,001	.	0,533	0,209
		N	34	34	34	34

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

**Tabla 71.** Tabla de correlaciones entre el tiempo en Prono en 1 y 2 meses con el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) y el Rango de Movimiento Cervical Activo en Rotación Total (ROMcar Total) al inicio en toda la muestra

**4.2.3.3. Correlación entre el Tiempo en Prono en 1 y 2 meses con el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) y el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) al inicio en el Grupo Terapia Manual Pediátrica (TMP)**

Correlaciones						
			Tiempo en Prono con 1 mes	Tiempo en Prono con 2 meses	IABC	ROMcar Total
Rho de Spearman	Tiempo en Prono con 1 mes	Coeficiente de correlación	1,000	0,574*	-0,101	-0,383
		Sig. (bilateral)	.	0,016	0,699	0,129
		N	17	17	17	17
	Tiempo en Prono con 2 meses	Coeficiente de correlación	0,574*	1,000	0,127	-0,209
		Sig. (bilateral)	0,016	.	0,627	0,420
		N	17	17	17	17
	IABC	Coeficiente de correlación	-0,101	0,127	1,000	-0,338
		Sig. (bilateral)	0,699	0,627	.	0,184
		N	17	17	17	17
*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).						

**Tabla 72.** Tabla de correlaciones entre el tiempo en Prono en 1 y 2 meses con el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) y el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) al inicio en el Grupo Terapia Manual Pediátrica (TMP).

#### 4.2.3.4. Correlación entre el tiempo en Prono en 1 y 2 meses con el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) y el Rango de Movimiento Cervical Activo en Rotación Total (ROMcar Total) al inicio en el Grupo Control

Correlaciones						
			Tiempo en Prono con 1 mes	Tiempo en Prono con 2 meses	IABC	ROMcar Total
Rho de Spearman	Tiempo en Prono con 1 mes	Coeficiente de correlación	1,000	0,456	-0,192	0,292
		Sig. (bilateral)	.	0,066	0,461	0,256
		N	17	17	17	17
Rho de Spearman	Tiempo en Prono con 2 meses	Coeficiente de correlación	0,456	1,000	0,189	-0,233
		Sig. (bilateral)	0,066	.	0,468	0,369
		N	17	17	17	17
	IABC	Coeficiente de correlación	-0,192	0,189	1,000	0,137
		Sig. (bilateral)	0,461	0,468	.	0,599
		N	17	17	17	17

**Tabla 73.** Tabla de correlaciones entre el tiempo en Prono en 1 y 2 meses con el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) y el Rango de Movimiento Cervical Activo en Rotación Total (ROMcar Total) al inicio en el Grupo Control.

#### 4.2.3.5. Correlación entre el Tiempo en Prono con 1 y 2 meses con el Índice de mejora en Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) en el Grupo Terapia Manual Pediátrica (TMP)

Correlaciones					
			Tiempo en Prono con 1 mes	Tiempo en Prono con 2 meses	Índice de mejora en el IABC
Rho de Spearman	Tiempo en Prono con 1 mes	Coefficiente de correlación	1,000	0,574*	-0,035
		Sig. (bilateral)	.	0,016	0,901
		N	17	17	15
	Tiempo en Prono con 2 meses	Coefficiente de correlación	0,574*	1,000	-0,024
		Sig. (bilateral)	0,016	.	0,933
		N	17	17	15
*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).					

**Tabla 74.** Tabla de correlaciones entre el Tiempo en Prono con 1 y 2 meses con el Índice de mejora en Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) en el Grupo Terapia Manual Pediátrica (TMP).

#### 4.2.3.6. Correlación entre el Tiempo en Prono con 1 y 2 meses con el Índice de mejora en Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) en el Grupo Control

Correlaciones					
			Tiempo en Prono con 1 mes	Tiempo en Prono con 2 meses	Índice de mejora en el IABC
Rho de Spearman	Tiempo en Prono con 1 mes	Coefficiente de correlación	1,000	0,456	0,159
		Sig. (bilateral)	.	0,066	0,542
		N	17	17	17
	Tiempo en Prono con 2 meses	Coefficiente de correlación	0,456	1,000	0,338
		Sig. (bilateral)	0,066	.	0,184
		N	17	17	17

**Tabla 75.** Tabla de correlaciones entre el Tiempo en Prono con 1 y 2 meses con el Índice de Mejora en Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) en el Grupo Control.

#### 4.2.3.7. Correlación entre la edad al inicio con el Índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) en el Grupo Terapia Manual Pediátrica

Correlación				
			Edad en semanas	IABC
Rho de Spearman	Edad en semanas	Coeficiente de correlación	1,000	0,223
		Sig. (bilateral)	.	0,425
		N	17	15

**Tabla 76.** Tabla de correlación entre la edad al inicio con el Índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) en el Grupo Terapia Manual Pediátrica (TMP).

#### 4.2.3.8. Correlación entre la edad al inicio con el Índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) en el Grupo Control

Correlación			
		Edad en semanas	Índice de mejora en el IABC
Edad en semanas	Correlación de Pearson	1,000	-0,157
	Sig. (bilateral)	.	0,548
	N	17	17

**Tabla 77.** Tabla de correlación entre la edad al inicio con el Índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) en el Grupo Control.

#### 4.2.3.9. Correlación entre el índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) y el índice mejora en la Circunferencia Máxima Craneal (CMC) en toda la muestra

Correlación			
		Índice de Mejora en la CMC	índice de mejora en el IABC
Índice de Mejora en la CMC	Correlación de Pearson	1	-0,504**
	Sig. (bilateral)		0,003
	N	32	32

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

**Tabla 78.** Tabla de correlación entre el índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) y el índice mejora en la Circunferencia Máxima Craneal en toda la muestra.

#### 4.2.3.10. Correlación entre el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total y el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) al inicio en toda la muestra

Correlación				
			ROMcar Total	IABC
Rho de Spearman	ROMcar Total	Coeficiente de correlación	1,000	-0,151
		Sig. (bilateral)	.	0,394
		N	34	34

**Tabla 79.** Tabla de correlación entre el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) y el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) al inicio en toda la muestra.

#### 4.2.3.11. Correlación entre el índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total y el índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) en el Grupo TMP

Correlación			
		IABC	ROMcar Total
IABC	Correlación de Pearson	1	-0,499
	Sig. (bilateral)		0,058
	N	15	15

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

**Tabla 80.** Tabla de correlación entre el índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) y el índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) en el Grupo Terapia Manual Pediátrica

#### 4.2.3.12. Correlación entre el índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total y el índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) en el Grupo Control

Correlación			
		IABC	ROMcar Total
IABC	Correlación de Pearson	1	0,134
	Sig. (bilateral)		0,608
	N	17	17

**Tabla 81.** Tabla de correlación entre el índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) y el índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) en el Grupo Control.

**4.2.3.13. Correlación entre el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total y la escala de motricidad infantil Alberta Infant Motor Scale (AIMS) al inicio en toda la muestra**

Correlación				
			ROMcar Total	AIMS
Rho de Spearman	ROMcar Total	Coefficiente de correlación	1,000	0,118
		Sig. (bilateral)	.	0,506
		N	34	34

**Tabla 82.** Tabla de correlación entre el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) y el Alberta Infant Motor Scale (AIMS) al inicio en toda la muestra.

**4.2.3.14. Correlación entre el índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) y el índice de mejora en la escala de motricidad infantil Alberta Infant Motor Scale (AIMS) en el Grupo Terapia Manual Pediátrica**

Correlación				
			ROMcar Total	AIMS
Rho de Spearman	ROMcar Total	Coefficiente de correlación	1,000	-0,014
		Sig. (bilateral)	.	0,962
		N	15	15

**Tabla 83.** Tabla de correlación entre el índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) y el índice de mejora en el Alberta Infant Motor Scale (AIMS) en el Grupo Terapia Manual Pediátrica.

**4.2.3.15. Correlación entre el índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) y el índice de mejora en la escala de motricidad infantil Alberta Infant Motor Scale (AIMS) en el Grupo Control**

Correlación				
			ROMcar Total	AIMS
Rho de Spearman	ROMcar Total	Coefficiente de correlación	1,000	0,358
		Sig. (bilateral)	.	0,158
		N	17	17

**Tabla 84.** Tabla de correlación entre el índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) y el índice de mejora en el Alberta Infant Motor Scale (AIMS) en el Grupo Control

**4.2.3.16. Correlación entre el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) y la escala de motricidad infantil Alberta Infant Motor Scale (AIMS) al inicio en toda la muestra**

Correlación				
			AIMS	IABC
Rho de Spearman	AIMS	Coeficiente de correlación	1,000	-0,206
		Sig. (bilateral)	.	0,242
		N	34	34

**Tabla 85.** Tabla de correlación entre el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) y el Alberta Infant Motor Scale (AIMS) al inicio en toda la muestra.

**4.2.3.17. Correlación entre el índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) y el índice de mejora en la escala de motricidad infantil Alberta Infant Motor Scale (AIMS) en el Grupo TMP**

Correlación				
			Índice de mejora en el IABC	Índice de mejora en el AIMS
Rho de Spearman	Índice de mejora en el IABC	Coeficiente de correlación	1,000	-0,378
		Sig. (bilateral)	.	0,165
		N	15	15

**Tabla 86.** Tabla de correlación entre el índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) y el índice de mejora en el Alberta Infant Motor Scale (AIMS) en el Grupo Terapia Manual Pediátrica .

**4.2.3.18. Correlación entre el índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) y el índice de mejora en la escala de motricidad infantil Alberta Infant Motor Scale (AIMS) en el Grupo Control**

Correlación				
			Índice de mejora en el IABC	Índice de mejora en el AIMS
Rho de Spearman	Índice de mejora en el IABC	Coeficiente de correlación	1,000	-0,084
		Sig. (bilateral)	.	0,747
		N	17	17

**Tabla 87.** Tabla de correlación entre el índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) y el índice de mejora en el Alberta Infant Motor Scale (AIMS) en el Grupo Control.

#### 4.2.3.19. Correlación entre el índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) con la Escala Visual Analógica (EVA) de la percepción de cambio en la cabeza en toda la muestra

Correlación			
		Índice de mejora en el IABC	EVA sobre el cambio en la Forma de Cabeza
Índice de mejora en el IABC	Correlación de Pearson	1	-0,365*
	Sig. (bilateral)		0,040
	N	32	32

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).

**Tabla 88.** Tabla de correlación entre el índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) con la Escala Visual Analógica (EVA) de la percepción de cambio en la cabeza en toda la muestra

#### 4.2.3.20. Correlación entre el índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total con la EVA de la percepción de cambio en el movimiento del cuello en toda la muestra

Correlación			
		Índice de mejora en el ROMcar Total	EVA sobre el cambio en el Movimiento del Cuello
Índice de mejora en el ROMcar Total	Coefficiente de correlación	1	0,218
	Sig. (bilateral)		0,231
	N	32	32

**Tabla 89.** Tabla de correlación entre el índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) con la Escala Visual Analógica (EVA) de la percepción de cambio en el movimiento del cuello en toda la muestra

#### 4.2.3.21. Correlación entre el índice de mejora en el Alberta Infant Motor Scale (AIMS) con la Escala Visual Analógica (EVA) de la percepción de cambio global en el niño en toda la muestra

Correlación			
		Índice de mejora en el AIMS	EVA sobre el Cambio Global
Índice de mejora en el AIMS	Correlación de Pearson	1	-0,157
	Sig. (bilateral)		0,390
	N	32	32

**Tabla 90.** Tabla de correlación entre el índice de mejora en el Alberta Infant Motor Scale (AIMS) con la Escala Visual Analógica (EVA) de la percepción de cambio global en el niño en toda la muestra

#### 4.2.4. ANOVA factorial de las variables modificadoras del efecto no homogéneas

##### 4.2.4.1. ANOVA factorial de las dificultades en el parto y el índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) y en la Diferencia de Diámetros Diagonales

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: Índice de mejora en el IABC y en la Diferencia de Diámetros diagonales					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	96,188 <sup>a</sup>	3	32,063	12,845	0,000
Interceptación	74,863	1	74,863	29,993	0,000
Intercontrol	84,498	1	84,498	33,853	0,000
Dificultades de Parto	3,307	1	3,307	1,325	0,259
Intercontrol * Dificultades de Parto	2,251	1	2,251	0,902	0,350
Error	69,890	28	2,496		
Total	284,579	32			
Total corregido	166,077	31			

a. R al cuadrado = 0.579 (R al cuadrado ajustada = 0.534)

**Tabla 91.** Tabla ANOVA factorial de las Dificultades en el Parto y el índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) y en la Diferencia de Diámetros Diagonales.

#### 4.2.4.2. ANOVA factorial de las dificultades en el parto y el índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total y en la Diferencia de Diámetros Diagonales

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: Índice de mejora en el ROMcar Total y en la Diferencia de Diámetros Diagonales					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	4816,812a	3	1605,604	4,804	0,008
Interceptación	8933,073	1	8933,073	26,729	0,000
Intercontrol	2907,974	1	2907,974	8,701	0,006
Dificultades de Parto	3,075	1	3,075	0,009	0,924
Intercontrol * Dificultades de Parto	375,327	1	375,327	1,123	0,298
Error	9357,839	28	334,209		
Total	23603,043	32			
Total corregido	14174,651	31			
a. R al cuadrado = 0.340 (R al cuadrado ajustada = 0.269)					

**Tabla 92.** Tabla ANOVA factorial de las dificultades en el parto y el índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) y en la Diferencia de Diámetros Diagonales.

# DISCUSIÓN



## 5. DISCUSIÓN

En este apartado se explican e interpretan los resultados de este estudio clínico, poniéndolos en relación con el conocimiento actualmente disponible. Así mismo se reflexiona sobre los resultados y se exponen las limitaciones y las posibles líneas de investigación futuras.

En primer lugar, se discute el estudio de fiabilidad y a continuación, los resultados del ensayo clínico, con el contenido organizado en cinco bloques. Los tres primeros siguen el mismo esquema en el que se han presentado los resultados de este estudio, esto es:

1. Características de la muestra al inicio del estudio
2. Variables dependientes a lo largo del estudio
3. Resultados de relaciones entre variables
4. Implicaciones clínicas
5. Limitaciones del estudio

### 5.1. Estudio de fiabilidad

#### 5.1.1. Análisis de fiabilidad de valores antropométricos

La fiabilidad interexaminador se ha mostrado excelente para la longitud y anchura craneal y para el diámetro diagonal derecho. Se ha observado un buen grado de acuerdo para el diámetro diagonal izquierdo y una aceptable fiabilidad aunque con un sesgo ligeramente superior al 5% en la circunferencia máxima craneal. Esta última medida es especialmente complicada porque para su registro no se utilizan referencias exactas, sino que se procede a buscar el valor máximo de la circunferencia fronto-occipital, lo que puede resultar en una mayor variabilidad especialmente en la fiabilidad interexaminador.

La fiabilidad intraexaminador se ha mostrado excelente para la longitud y anchura craneal y para los diámetros diagonales derecho e izquierdo. En la circunferencia máxima craneal se ha observado una buena fiabilidad.

Nuestros datos confirman los buenos resultados obtenidos por Mortenson y Steinbok (2006) respecto a la fiabilidad intraexaminador y se muestran superiores a los mismos respecto a la fiabilidad interexaminador (339)

#### 5.1.2. Análisis de fiabilidad del sistema de medición del Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación (ROMcar).

La fiabilidad de la medición fotogramétrica del ROMcar derecha ha sido buena. Algo más deficiente ha sido el registro del ROMcar izquierda que ha mostrado una fiabilidad aceptable, aunque con un sesgo ligeramente superior al 5%. Esta mayor variabilidad se ha debido probablemente a la dificultad para establecer con precisión los dos puntos que han determinado la línea que une los hombros del bebé, que se ha utilizado como referencia para la medición del ángulo de rotación.

La dificultad para la medición del rango de movimiento activo en bebés ha sido ampliamente descrita en la bibliografía y de hecho se utiliza escasamente, aunque otros autores como Murgia y cols. (2016) han mostrado un alto nivel de reproductibilidad intra e interexaminador en la medida del ROM activo y pasivo de la rotación cervical en bebés con plagiocefalia (358).

## **5.2. Características de la muestra al inicio del estudio**

### **5.2.1. Variables modificadoras del efecto**

#### **5.2.1.1. Sexo**

En nuestra muestra la proporción de varones era de un 52,9% frente a un 47,1% de mujeres, aunque el factor sexo masculino está más vinculado al desarrollo de plagiocefalia en diversos estudios sobre factores de riesgo (62). Otros estudios si han confirmado esta relación, Cabrera-Martos y cols. (2016) tuvieron una distribución de varones de un 63,05% y 36,95% de mujeres (309).

No había diferencias significativas entre los dos grupos de intervención.

#### **5.2.1.2. Edad**

Es nuestra muestra la mediana de la edad era de 17,5 semanas con un rango entre 6 y 36 semanas. Otros estudios de intervención en fisioterapia se han realizado en una población de entre 2 y 4 meses (2,62), edades inferiores a la de nuestra muestra. Sin embargo, Cabrera-Martos y cols. (2016) en su intervención con Terapia Manual contó con sujetos con una media de edad de alrededor de los 5 meses (309), similar a la de este estudio. En el estudio de Graham y cols. (2005) con 298 sujetos, la media de edad fue ligeramente superior, 5,4 meses (175).

No había diferencias significativas entre los dos grupos de intervención.

#### **5.2.1.3. Peso al nacer**

La media de peso al nacer era 3114 gr  $\pm$  544,7 para toda la muestra. No había diferencias significativas entre los dos grupos.

Estos valores se encuentran en un rango de normalidad según las tablas publicadas por la OMS (376). El alto peso al nacer se considera un factor de riesgo para el desarrollo de PD (269).

#### **5.2.1.4. Prematuridad**

En nuestra muestra, solo el 18% de los sujetos eran prematuros, porcentaje reducido, a diferencia de lo observado en otros estudios en población similar (377).

El bajo porcentaje de bebés prematuros, particularmente en el grupo control, en el que solo había un niño, aunque sin diferencias entre grupos, dificulta valorar la po-

sible influencia de este factor en el resultado de la intervención. Kunz y cols. (2019) observaron que los bebés prematuros consiguen los mismos resultados tras el tratamiento ortésico en la PD pero significativamente en menos tiempo (377).

#### **5.2.1.5. Dolor lumbar en embarazo**

Tan solo en el 38,2% de las madres había existido dolor lumbar durante el embarazo. No había diferencias significativas entre los dos grupos. La literatura muestra que más de dos tercios de las mujeres embarazadas presentan dolor lumbar durante el embarazo (62) pero no se muestra este aspecto específico entre los factores de riesgo de la PD (377).

#### **5.2.1.6. Problemas de salud en el embarazo**

El 44,1% de las madres tuvo problemas de salud durante el embarazo. No había diferencias significativas entre los dos grupos. No hay una referencia explícita en la literatura a este factor (378), como factor de riesgo de la PD.

Hernández-Martínez y cols. (2019) en una muestra de 2906 mujeres que dieron a luz en España en 2017, encontraron problemas de salud durante el embarazo en alrededor del 27% de las primíparas y del 24-30% de las multíparas (379).

#### **5.2.1.7. Parto instrumental**

En nuestra muestra, un 20,6% de los sujetos tuvieron un parto instrumental, y su distribución es homogénea. No había diferencias significativas entre los dos grupos.

Esta variable está presente como factor de riesgo en la revisión de De Bock y cols. (2017) (62).

En un estudio de Hutchison y cols. (2009) sobre una muestra de 287 sujetos atendidos por PD encontraron un parto instrumental en el 13,3% de los casos (118).

Hernández-Martínez y cols. (2019) en una muestra de 2906 mujeres que dieron a luz en España en 2017, encontraron partos instrumentales en el 17,9% de los atendidos en hospitales privados y en el 12,9% de los atendidos en hospitales públicos (379).

#### **5.2.1.8. Lactancia materna correcta**

La variable lactancia materna correcta estaba presente en el 61,8% de los sujetos. No había diferencias significativas entre los dos grupos.

El tipo de alimentación, particularmente la nutrición con biberón ha sido un factor de riesgo recogido en la literatura (118).

Losee y cols. (2007) sobre una muestra de 100 sujetos con PD encontraron que el 50% tuvo lactancia materna el primer mes, 32% a los tres meses y 14% a los seis meses. Analizaron estos datos en relación a la población general en la que el 63% tuvo

lactancia materna el primer mes, 52% a los tres meses y 35% a los seis meses, observándose una diferencia significativa con respecto a la población con PD(51).

#### **5.2.1.9. Dificultades en el parto**

En nuestra muestra un 61,8% de los sujetos mostraron dificultades durante el parto de distintos orígenes. Dentro de las dificultades durante el parto, un 47% de los sujetos nacieron mediante cesárea. Un 19% tuvieron un parto muy largo. Y el resto de sujetos experimentaron otro tipo de dificultades.

Las dificultades durante el parto entran dentro de los factores obstétricos de riesgo mostrados en la revisión de De Bock y cols. (2017) (62).

La distribución de las dificultades durante el parto no fue homogénea. El grupo control recibió significativamente más sujetos con dificultades de parto que el grupo TMP. Esta falta de homogeneidad podría tener un efecto sobre el resultado de las intervenciones. Por ello, se realizó un ANOVA factorial incluyendo esta variable como factor, junto a la intervención, para valorar su influencia en la mejoría del Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) (tabla 91), y del ROM (tabla 92), lo que se discute en el apartado correspondiente.

#### **5.2.1.10. Primogénito**

En nuestra muestra un 70,6% de los sujetos eran primogénitos. Este es un factor de riesgo descrito en la literatura (51). No había diferencias significativas entre los dos grupos. En un estudio de Hutchison y cols. (2009) sobre una muestra de 287 sujetos atendidos por PD encontraron primogénitos en el 47,2% de los casos (118), porcentaje inferior al encontrado en nuestro estudio.

#### **5.2.1.11. Parto múltiple**

En nuestra muestra el 20,6% de los sujetos tuvieron un parto múltiple, un factor de riesgo según la literatura (62). No había diferencias significativas entre los dos grupos.

Peitsch y cols. (2002) observaron una incidencia de la PD que alcanzaba el 56% en los partos múltiples (50), porcentaje superior al nuestro. No está claro si esta mayor incidencia está en relación con aspectos prenatales como el posicionamiento en la pelvis de uno de los fetos o con el cuidado postnatal, ya que es más complejo llevar y manejar a los dos bebés al mismo tiempo y es posible que esté incrementado el tiempo en supino en estos bebés.

#### **5.2.1.12. Cólicos del lactante**

Un 47,4% de la muestra sufrieron cólicos del lactante. No había diferencias significativas entre los dos grupos.

En un estudio de Zeevenhooven y cols. (2018) describieron que la literatura refiere una prevalencia entre 5-19% (380), inferior a la observada en este estudio. Pero no

hay una referencia en la literatura a los cólicos del lactante como factor de riesgo para la PD.

#### **5.2.1.13. Irritabilidad**

Tan solo un 14,7% de los sujetos mostraron irritabilidad. No había diferencias significativas entre los dos grupos.

La irritabilidad en el bebé es a menudo uno de los síntomas implicados en los cólicos del lactante (380-382). La irritabilidad ha sido descrito como factor de riesgo menor para la PD en la literatura (50).

#### **5.2.1.14. Dificultades de sueño**

Un 38,2% de los sujetos presentaban dificultades de sueño. No había diferencias significativas entre los dos grupos.

Las dificultades de sueño suelen estar presentes en muchos problemas de neurodesarrollo (383). No hay una referencia en la literatura a las dificultades de sueño como factor de riesgo para la PD.

#### **5.2.1.15. Quietud o falta de acción**

Tan solo un 8,8% de los sujetos presentaban quietud o falta de acción. No había diferencias significativas entre los dos grupos.

La quietud o la falta de acción pueden ser un signo de hipotonía y de retraso de neurodesarrollo. El retraso en el desarrollo ha sido como uno de los factores de riesgo principales de PD (62).

En un estudio de Hussein y cols. (2018) con 155 bebés con PD, encontraron retraso en el desarrollo en el 30,4% de los sujetos (384).

En un estudio de Hutchison y cols. (2009) con 287 sujetos con PD que acudieron a un clínica especializada, el 36% mostraron retrasos en el cuestionario de desarrollo (118).

#### **5.2.1.16. Posición preferencial de la cabeza, diagnóstico de tortícolis congénita y limitación de giro de la cabeza**

En nuestra muestra un 94,1% de los sujetos mostraban una posición preferencial de la cabeza lo que corresponde con lo que muestra la literatura (119) aunque Ballardini y cols. (2018) encontraron un 69% de posición preferencial en un grupo de 107 sujetos (54). No había diferencias significativas entre los dos grupos. La posición preferencial de la cabeza es uno de los factores claves para la severidad en el desarrollo de la PD (49, 62). junto con la tortícolis congénita (2, 30).

La incidencia de limitación en la rotación cervical y la posición preferencial presentan una diferencia notable con la proporción de diagnóstico de tortícolis congénita en

nuestra muestra. A pesar de la gran proporción que presentaba posición preferencial, tan solo el 8,8% de los sujetos habían sido diagnosticados de tortícolis congénita y, al mismo tiempo, un 58,8% presentaban una limitación evidente en el movimiento de la cabeza percibida por los progenitores. Como se verá más adelante, todos los sujetos presentaban una clara restricción del movimiento cervical activo en rotación con una limitación media de alrededor de 40°.

Siendo que el factor de riesgo más unido a la PD es la tortícolis congénita, destaca la falta de proporcionalidad entre diagnóstico de tortícolis y la realidad de la función cervical en los sujetos. Esta falta de coherencia ha sido ya mostrada en la literatura por Rogers y cols. (2009) que constataron la presencia de limitación de ROM cervical activo en la práctica totalidad de los casos de PD incluso sin diagnóstico previo de tortícolis (2, 61).

Es posible que haya una falta de unificación de criterios diagnósticos sobre la tortícolis congénita. Kaplan y cols. (2018) en la guía clínica realizada para la Academia Americana de Fisioterapia Pediátrica recogen una clasificación de tortícolis congénita en diversos grados. El grado descrito como temprano ligero incluye bebés de entre 0 y 6 meses con preferencia postural o una diferencia en la rotación pasiva cervical entre los lados de menos de 15° (226). Esta categoría podría modificar la prevalencia de tortícolis congénita en numerosos estudios y estaría más acorde con la función cervical recogida en nuestro estudio.

#### **5.2.1.17. Lado de plagiocefalia**

El 64,7% de los sujetos presentaban un aplanamiento posterior derecho y un 35,3% izquierdo. No había diferencias significativas entre los dos grupos. Estos datos concuerdan con la literatura en la que se aprecia una mayor incidencia del aplanamiento derecho con una preferencia posicional de rotación derecha (226).

Ballardini y cols. (2018) encontraron una predominancia derecha del lado del aplanamiento en un 64,5% de los casos, muy similar a la nuestra, en una muestra de 107 bebés con PD (54)

#### **5.2.1.18. Tipo de Transporte**

En nuestra muestra el 97,1% de los sujetos eran transportados preferentemente en carrito frente a un 2,9% que eran transportados en sistemas de porteo. No había diferencias significativas entre los dos grupos.

No se aprecian en la literatura estudios claros de correlación o factor de riesgo del uso de carrito frente a porteo, aunque en la revisión de De Bock se observa este factor asociado a asientos en el 14% de los estudios revisados (62).

El transporte de los bebés en los carritos incrementa el tiempo de supino al día, lo que si tiene correspondencia con el desarrollo de la PD (62).

### **5.2.1.19. Tiempo en prono con 1 y 2 meses**

En nuestra muestra la media de tiempo en prono fue de 5,82 min durante el primer mes con un mínimo de 0 min y un máximo de 60 min, y 10,09 min durante el segundo mes con un mínimo de 0 min y un máximo de 60 min. No había diferencias significativas entre los dos grupos.

Parece ser que el exceso de tiempo en supino o la falta de tiempo en prono puede ser un factor vinculante tanto al desarrollo de la PD (62) como a los problemas de desarrollo neuromotor (70).

Leung y cols. (2018) estudiaron los hábitos de los padres al posicionar a los bebés y asociaron claramente el tiempo en total en supino durante el día al desarrollo de la PD, y advirtieron de la necesidad de consejos clínicos por parte de profesionales para la prevención del desarrollo de la PD particularmente cuando se aprecia una posición preferencial de la cabeza (70). Otros autores confirman la necesidad de tiempos en prono (385, 386).

En el estudio sobre factores de riesgo de van Vlimmeren y cols. (2007) se aprecia como un factor claro de gravedad en el desarrollo de la PD, el ser puesto en posición prono menos de 3 veces por día (2).

## **5.2.2. Variables dependientes**

### **5.2.2.1. Circunferencia Máxima Craneal (CMC)**

En toda la muestra al inicio del estudio la media del CMC fue de 40,90cm  $\pm$  1,99 con una mediana de edad de 17,5 semanas, alrededor de 4 meses. No había diferencias significativas entre los dos grupos.

Se trata de un valor algo por debajo de los datos de Martini y cols. (2018) que para 4 meses encontró un valor medio de 43,4cm  $\pm$  9 en bebés sanos (333). La menor medida en nuestra muestra concuerda con el estudio de Ballardini y cols. (2018) en el que se aprecia que la menor CMC al nacer es un claro factor de riesgo para la PD (54).

### **5.2.2.2. Longitud Craneal**

La media de la longitud craneal en toda la muestra en la exploración inicial era de 133,33mm  $\pm$  7,32. No existían diferencias significativas en la longitud craneal entre los dos grupos en la exploración inicial.

### **5.2.2.3. Anchura Craneal**

La media de la anchura craneal en toda la muestra en la exploración inicial era de 116,8mm  $\pm$  7,99. No había diferencias significativas entre los dos grupos.

#### **5.2.2.4. Diámetro Diagonal Derecha**

La media en toda la muestra en la exploración inicial era de 129,54mm  $\pm$  8,64. No había diferencias significativas entre los dos grupos.

#### **5.2.2.5. Diámetro Diagonal Izquierda**

La media en toda la muestra en la exploración inicial era de 132,04mm  $\pm$  7,87. No había diferencias significativas entre los dos grupos.

#### **5.2.2.6. Diferencia de Diámetros Diagonales**

En nuestra muestra la mediana de la diferencia de diámetros diagonales en toda la muestra era de 7,83mm (6,29: 9,75). Existían diferencias entre grupos en la exploración inicial, siendo mayor en el grupo TMP; 8,20mm frente a 7mm en el grupo control.

Esto significa que en el grupo TMP había más alteración craneal inicial que en el grupo control.

En otros estudios como el de Rogers y cols. (2009) la diferencia media entre diámetros estaba en 12 mm en un grupo de 202 bebés, aunque con ciertas diferencias metodológicas en el cálculo de estos diámetros (61). En el estudio de Cho y cols. (2017) encontraron una diferencia de diámetros diagonales (nombrada como Cranial Vault Assymetry CVA) de 13,3 mm de media (344). Estos datos claramente más altos pueden ser debidos a que eran estudios sobre el uso del casco como tratamiento. Este tratamiento está pensado para alteraciones morfológicas mayores.

#### **5.2.2.7. Índice Craneal (IC)**

El IC medio en toda la muestra era de 87,79%  $\pm$  6,87. Si el rango de normalidad descrito es entre 75 y 85%, significa que la muestra tenía una tendencia hacia la braquiocefalia. No había diferencias significativas entre los dos grupos.

Aarnivala y cols. (2014) encontraron una correlación entre el IC braquiocefálico y la limitación del ROM cervical pasivo en un grupo de 155 bebés sanos, algunos de ellos con PD (63).

Ballardini y cols. (2018) encontraron que tan solo un 15% de su muestra de 107 de sujetos con PD presentaban además braquiocefalia (54).

#### **5.2.2.8. Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC)**

La mediana del IABC en toda la muestra al inicio era de 6,043% (4,95 : 8,01), siendo el margen de normalidad por debajo de 3,5% (20). La mediana de la muestra indica una gravedad entre 2 y 3 en el nivel indicado por el Children's Healthcare de Atlanta (Tabla 96). Un valor en el límite para la necesidad de tratamiento ortésico, con dos cuadrantes afectados, moderado o severo aplanamiento de un cuadrante posterior, leve desplazamiento de la oreja y/o compromiso anterior.

No existían diferencias significativas en el IABC entre los dos grupos en la exploración inicial, aunque en el grupo TMP el valor era mayor, por lo que el grupo de intervención partía con desventaja.

En el estudio de Cho y cols. (2017) sobre 621 bebés con PD la media del IABC era 10,1%(342).

#### **5.2.2.9. Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Derecha (ROMcar Dcha)**

La media del ROMcar Derecha es de  $71,48^\circ \pm 10,74$ . No había diferencias significativas entre los dos grupos.

#### **5.2.2.10. Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Izquierda (ROMcar Izda)**

La media del ROMcar Izquierda es de  $65,60^\circ$  (59,73 ; 70,72). Había diferencias significativas entre los dos grupos.

#### **5.2.2.11. Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total)**

La mediana del ROMcar Total al inicio de la muestra era de  $140,3^\circ$ . No existían diferencias significativas entre los dos grupos en la exploración inicial.

No hay datos en la literatura sobre la rotación activa de bebés sano, pero sí sobre el ROM pasivo. La media de ROM pasivo en bebés sanos por debajo de un año ha sido medida en  $110^\circ$  con una desviación estándar de  $6,2^\circ$ . Para bebés medidos en diversas ocasiones hubo una variación de entre  $5$  y  $10^\circ$  (80).

Para Cheng y cols. (2000) una restricción de más de  $15^\circ$  entre los dos lados en movilidad pasiva puede ser definido como tortícolis congénita (387) y la valoración del ROM es un factor importante de pronóstico para la rehabilitación de pacientes con tortícolis congénita (388).

Aarnivala y cols. (2014) observaron una clara correlación entre el IC y el ROM cervical. En su estudio los bebés con un IC más alto, braquiocefálicos, tenían una mayor restricción en el movimiento de la cabeza que los sujetos más dolicocefálicos (63). La muestra de nuestro estudio tenía un IC más braquiocefálico, por lo que podría ser un factor para la presentación de una mayor restricción cervical.

Murgia y cols. (2016) encontraron una limitación en el ROM de rotación cervical en un 93% de los bebés con PD, mientras que encontraron limitaciones al ROM pasivo y a la inclinación lateral en el 60% de los sujetos. La dirección de limitación en rotación fue en dirección contralateral al lado de la preferencia posicional mientras que la limitación en inclinación fue ipsilateral. En su estudio los bebés fueron evaluados en supino sobre una mesa de evaluación y el ROM fue estimado en base a la cantidad de rotación pero no medido (358).

En el mismo estudio suponen que como la columna cervical está rodeada de un complejo sistema de músculos que contribuyen al control estático y dinámico, es posible que la preferencia posicional cause una diferente evolución morfológica.

El ROM cervical pasivo se considera normal en 110°, mientras que la flexión lateral varía entre 40 y 90° en niños con tortícolis (63). Sin embargo los valores de ROM de rotación en estudios sobre niños sanos son insuficientes (358), es por lo que quizá a pesar de la disfunción en nuestra muestra los valores de la movilidad activa son mayores de los considerados fisiológicos para la pasiva en la bibliografía, teniendo en cuenta también la dificultad que entraña la medición de la movilidad en bebés, particularmente la pasiva.

Estos datos confirman el estudio de Rogers y cols. (2009) sobre la limitación cervical presente en los sujetos con PD (61) y apoya la justificación inicial de un estudio en el que se analice la eficacia de un nuevo tipo de intervención sobre el raquis cervical vinculado a la PD (389).

#### **5.2.2.12. Escala de Motricidad Infantil Alberta Infant Motor Scale (AIMS)**

La elección de la escala de motricidad infantil Alberta Infant Motor Scale (AIMS) para valorar el neurodesarrollo es debido a su aplicabilidad para aspectos motores y de control postural (364), y por otro lado a su validación para la población española (361).

Otros estudios han aplicado las escalas Baley Scales of Infant and Toddler Development (390). Las escalas Bayley se aplican a aspectos cognitivos, de lenguaje compuesto, lenguaje expresivo, lenguaje receptivo, motor compuesto, motor fino y motor grueso. Encontró menos relación entre la PD y los aspectos cognitivos y de lenguaje que en aspectos motores, que además no pudo apreciar en todos los sujetos porque se durmieron o no cooperaban. Esta es la razón por la que quizá una escala específicamente motora sería más adecuada.

La mediana de la escala de motricidad AIMS en la exploración inicial en ambos grupos era de un percentil 25 sin diferencias significativas en los dos grupos.

De cara a calcular la prevalencia de retraso según la escala de motricidad AIMS, el percentil 5 y 10 se adoptan como el límite para el retraso en el desarrollo motor grueso (361).

La PD está vinculada a un retraso de desarrollo neuromotor en los bebés (143), sin que se haya demostrado que uno provoque lo otro (119). En esta muestra no se observó un retraso de desarrollo motor tal como está descrito en la literatura.

## 5.3. Variables dependientes a lo largo del estudio

### 5.3.1. Resultados intra-grupo

#### 5.3.1.1. Grupo Terapia Manual Pediátrica (TMP)

##### 5.3.1.1.1. Circunferencia Máxima Craneal (CMC)

A lo largo del estudio la CMC aumentó de forma significativa en el grupo TMP. La ganancia media en el periodo de 10 semanas que duró el estudio fue en el grupo TMP de 2,1 mm.

Las tasas de crecimiento en bebés sanos observadas por Martini y cols. (2018) de los 4 a los 12 meses fue un aumento desde los 43,4cm  $\pm$  9 a los 46,9cm  $\pm$  7 (333).

En cuanto al crecimiento fisiológico del cráneo, Meyer-Marcotty y cols. (2018) observaron que el incremento total de la circunferencia durante el primer año es de 11-13cm (174). En su estudio sobre una muestra de 40 sujetos sin asimetría craneal, observaron a los 4 meses una media de CMC de 41,38cm evolucionando a 43,23cm a los 6 meses, lo que supone un incremento de 1,85cm. En este periodo de 8 semanas, el crecimiento natural del cráneo está cercano a los valores de evolución del grupo TMP, por lo que podría afirmarse que los datos de crecimiento craneal en CMC en el grupo TMP se encuentran cercanos a la evolución fisiológica de un cráneo de un bebé sano en el mismo período de tiempo (333).

##### 5.3.1.1.2. Longitud Craneal

La longitud craneal aumentó significativamente en el grupo TMP pasando de una mediana de 131 mm (129,9 ; 136,8) a 140mm (137,3 ; 145).

En cierta forma también es fisiológico y está ligado al crecimiento del CMC por la expansión cerebral y el crecimiento normal de la cabeza.

##### 5.3.1.1.3. Anchura Craneal

La anchura craneal en el grupo TMP aumentó de forma significativa desde los 116,8mm de media a los 122,2 mm.

En cierta forma también es fisiológico y está ligado al crecimiento del CMC por la expansión cerebral y el crecimiento normal de la cabeza.

##### 5.3.1.1.4. Diámetro Diagonal Derecho

El diámetro diagonal derecho aumento de forma significativa en el grupo TMP pasando de 128,7 mm a 135,8 mm de media.

En cierta forma también es fisiológico y podría estar ligado tanto al crecimiento del CMC por la expansión cerebral y el crecimiento normal de la cabeza, como al resultado del tratamiento.

#### 5.3.1.1.5. Diámetro Diagonal Izquierdo

El diámetro diagonal izquierdo aumento de forma significativa en el grupo TMP pasando de 129,3 mm a 139,3 mm de mediana.

En cierta forma también es fisiológico y podría estar ligado tanto al crecimiento del CMC por la expansión cerebral y el crecimiento normal de la cabeza, como al resultado del tratamiento.

#### 5.3.1.1.6. Diferencia entre Diámetros Diagonales

A lo largo del estudio la diferencia entre los diámetros diagonales disminuyó de forma significativa en el grupo de Terapia Manual Pediátrica (TMP) bajando de 8,20 mm a 4mm de mediana.

Esta es una de las variables principales para determinar la posible eficacia de la TMP sobre la PD.

#### 5.3.1.1.7. Índice Craneal

A lo largo del estudio el IC disminuyó en el grupo TMP pasando de 88,35% a 87,73%, aunque de forma no significativa y sin entrar en la normalidad marcada por el rango entre 75% y 85% (20).

El cambio podría deberse a una de las maniobras específicas del protocolo que era llevar el occipital hacia dorsal, aunque el que sea no significativo podría deberse a la falta de intencionalidad específica para este tipo de alteración morfológica.

También puede ser compatible con una evolución esperable según el estudio de Vlimmeren y cols. (2017) por el cual los cráneos braquiocefálicos evolucionan espontáneamente hacia la normalidad, quizá vinculado al mayor tiempo en prono y la acción muscular sobre el cráneo del bebé por parte de la musculatura espinal (80).

#### 5.3.1.1.8. Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC)

A lo largo del estudio el IABC pasó de 6,58% a 2,93% de mediana en el grupo TMP, en una diferencia claramente significativa ( $p=0,001$ ).

Di Chiara y cols. (2019) emplearon 16 sesiones de fisioterapia de 40 minutos, una vez por semana durante 4 meses a una muestra de 24. Los autores presentaron una mejora en las medidas antropométricas del IABC pero con una intervención mucho más larga que en nuestro estudio. Tras su intervención el porcentaje de sujetos con un IABC de entre 8,75% a 11% bajó de 29,17% al 10,7%, y los de IABC entre 6,25% y 8,25% subió ligeramente de 16,7% a 18,7% (391), por lo que los resultados obtenidos con la intervención TMP en nuestro estudio, parecen más prometedores.

#### 5.3.1.1.9. Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Derecha (ROMcar Dcha)

El ROMcar Dcha mejoró de forma significativa pasando de 66,44° a 79,95° de media.

#### 5.2.1.1.10. Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Izquierda (ROMcar Izda)

El ROMcar Izda mejoró de forma significativa pasando de 68,36° a 80,44° de mediana.

#### 5.3.1.1.11. Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total)

Para la evaluación se eligió el ROM activo en una posición erguida del bebé. Otros estudios eligieron la evaluación del movimiento pasivo con el bebé tumbado sobre una camilla de tratamiento dejando los hombros a la altura del borde de la camilla y tomando una fotografía de la rotación (392). El ROM pasivo fue medido en rotación y en inclinación, mediante un goniómetro plano (391).

Para la función muscular de los músculos flexores del cuello Hautopp y cols. (2014) emplearon la Escala de Función Muscular (EFM) (222) para medir el ROM cervical en bebés con tortícolis (63, 393, 394). En este test el bebé se sujeta horizontalmente frente a un espejo y se cuantifica la posición de la cabeza de 0-5 siendo que 0 es una cabeza por debajo de la línea horizontal y 5 cercana a la vertical. Tanto la EFM como la medición pasiva del ROM usando el goniómetro "Arthrodial Protractor" han sido recomendadas por la American Physical Therapy Association (APTA) en sus guías de práctica clínica (226, 395).

Nuestra elección se basa en que la rotación cervical activa muestra de una forma más clara el nivel de desarrollo no solo motor sino de relación con el entorno, presenta menos riesgos por movilización del examinador y cuenta con menos influencia del examinador ya que los bebés resisten siempre y no es sencillo para el examinador determinar si la barrera es debida a los tejidos o a la fuerza que el bebé hace para evitar el movimiento. Por ello preferimos la valoración del ROM activo ya utilizada por Rogers y cols. (2009) (61).

El ROMcar Total mejoró de forma significativa en el grupo TMP pasando de 134° a 161,8° de media al final de la intervención.

Ohman y cols. (2010) obtuvieron una mejora del ROM cervical pasivo y de la postura asimétrica de la cabeza con un tratamiento de estiramientos realizado por fisioterapeutas en 0,9 meses en comparación con el grupo tratado por los padres que consiguieron la normalización de los rangos de movimiento en 3.0 meses. La muestra era 20 sujetos con tortícolis muscular congénita. No aportan datos del ROM activo antes ni después, por lo que la comparativa es complicada (299).

Hautopp y cols. (2014) en una muestra de 136 sujetos con tortícolis muscular congénita (TMC) obtuvieron una reducción del número de bebés con limitación cervical pasiva en rotación pasando del 52 al 6% de los sujetos. En este estudio tampoco aparecen los datos exactos de la rotación antes y después, ni es fácilmente comparable al tratarse de una evaluación de ROM pasivo (222).

A pesar de que la medición del ROM activo es una recomendación general para TMC de la Asociación Americana de Fisioterapia Pediátrica (226) no hay apenas estudios donde se utilice este tipo de evaluación (222) además de no mostrar la forma de cuantificar los ángulos, y no hay estudios de intervención que lo comparen antes y después.

### 5.3.1.1.12. Escala de Motricidad Infantil Alberta Infant Motor Scale (AIMS)

En la escala AIMS hubo una mejoría significativa pasando de un percentil 25 a un percentil 50 al final de la intervención.

Esto pudo deberse al programa de estimulación realizada por los padres en casa, ya que las recomendaciones de mayor tiempo en posición prono, transporte y estimulación a los lados mejoran los parámetros de desarrollo en los bebés(238).

Cabrera-Martos y cols. (2016) observaron también una normalidad de los valores de la AIMS tras su intervención en bebés con severa plagiocefalia en los grupos de su muestra tras aplicar terapia manual en uno de los grupos además de fisioterapia educacional y ortesis que era el tratamiento de base para los dos grupos. El grupo experimental pasó de 23 sujetos por debajo del percentil 16 a un percentil superior a 16, aunque los resultados son difícilmente comparables ya que su estudio cuantifica los ítems observados en las cuatro subescalas prono, supino, sentado y en pie, y no sus percentiles de los que solo hace un estudio descriptivo (309). El resultado comparable es que tanto en su grupo experimental como en el grupo control todos los sujetos normalizan su resultado en la escala AIMS, si bien el grupo control necesitó más tiempo.

### 5.3.1.2. Grupo control

#### 5.3.1.2.1. Circunferencia Máxima Craneal (CMC)

La CMC aumentó de forma significativa en el grupo control pasando de una media de 41,08 cm a 42,43 cm. La ganancia media fue de 1,3 mm en el grupo control.

Esta evolución es básicamente fisiológica ya que el cráneo no deja de crecer a gran velocidad durante los primeros meses de la vida.

En cuanto al crecimiento fisiológico del cráneo, Meyer-Marcotty y cols. (2018) observaron que el incremento total de la circunferencia durante el primer año es de 11-13 cm (173). En su estudio sobre una muestra de 40 sujetos sin asimetría craneal, observó a los 4 meses una media de CMC de 41,38 cm evolucionando a 43,23 cm a los 6 meses, lo que supone un incremento de 1,85 cm. En este periodo de 8 semanas, el crecimiento natural del cráneo está cercano a los valores de evolución del grupo TMP pero por encima de los del grupo control (333).

#### 5.3.1.2.2. Longitud Craneal

La longitud craneal aumentó de forma significativa pasando de una media de 134,8mm a 139,1 mm.

En cierta forma también es fisiológico y está ligado al crecimiento del CMC por la expansión cerebral y el crecimiento normal de la cabeza.

#### 5.3.1.2.3. Anchura Craneal

La anchura craneal aumentó de forma significativa pasando de una media de 117,1mm a 121,1 mm.

En cierta forma también es fisiológico y está ligado al crecimiento del CMC por la expansión cerebral y el crecimiento normal de la cabeza.

#### **5.3.1.2.4. Diámetro Diagonal Derecho**

El diámetro diagonal derecho aumentó de forma significativa pasando de una media de 129,3 mm a 134 mm.

En cierta forma también es fisiológico y está ligado al crecimiento del CMC por la expansión cerebral y el crecimiento normal de la cabeza.

#### **5.3.1.2.5. Diámetro Diagonal Izquierdo**

El diámetro diagonal izquierdo aumentó de forma significativa pasando de una media de 133,4 mm a 138,8 mm.

En cierta forma también es fisiológico y está ligado al crecimiento del CMC por la expansión cerebral y el crecimiento normal de la cabeza.

#### **5.3.1.2.6. Diferencia entre Diámetros Diagonales**

La diferencia entre los diámetros diagonales aumentó levemente de forma no significativa tras la intervención control pasando de una mediana de 7 mm a 7,66 mm.

#### **5.3.1.2.7. Índice Craneal (IC)**

El índice craneal disminuyó de forma no significativa pasando de una media de 87,04% a 86,89%. Esto implica una cierta disminución de la braquicefalia aun sin llegar al margen de normalidad.

La mejora del índice implica una ganancia mayor de longitud que de anchura. El aumento de tiempo en posición prono durante la estimulación ha podido tener un efecto sobre esta variable.

#### **5.3.1.2.8. Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC)**

El IABC aumentó de forma no significativa en el grupo control pasando de una mediana de 5,36% a 6,03%. Esto sugiere un empeoramiento ligero de esta variable antropométrica, observándose la ineficacia de la intervención control para la mejora de la asimetría craneal.

En un estudio de Kim y cols. (2013) el grupo control que recibió control posicional pasó de un IABC de  $8,54\% \pm 2,9$  de media a  $7,01\% \pm 1,15$  (244), una mejora no significativa.

Kluba y cols. (2014) obtuvieron una mejora significativa en el IABC en el grupo control que recibió reposicionamiento pasando de 9,3% a 6,6% de media (404).

#### 5.3.1.2.9. Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Derecha (ROMcar Dcha)

El ROMcar Dcha disminuyó de forma ligera no significativa pasando de 76,51° de media a 74,91°. Esto significa que no hubo ganancia en la movilidad cervical activa a la derecha tras la intervención.

#### 5.3.1.2.10. Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Izquierda (ROMcar Izda)

El ROMcar Izda aumentó de forma significativa en el grupo control pasando de 62,95° a 70,67° de media.

Es posible que las recomendaciones a la familia de estimular más el giro de la cabeza hacia el lado contrario de la preferencia de la cabeza, que era derecha en una mayor proporción, aumentara la movilidad cervical a la izquierda más que a la derecha.

#### 5.3.1.2.11. Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total)

El ROMcar Total aumentó de forma no significativa en el grupo control pasando de 143,4° a 147,6° de mediana.

Este dato está seguramente influido por el aumento del ROMcar Izda pero lastrado por la falta de ganancia de movimiento cervical a la derecha.

#### 5.3.1.2.12. Escala de motricidad infantil Alberta Infant Motor Scale (AIMS)

En la escala AIMS hubo una mejora significativa el percentil pasando del 25 al 50. Esto probablemente se debe a las recomendaciones de estimulación y tiempo en posición prono que se dieron a la familia.

### 5.3.2. Resultados entre grupos

#### 5.3.2.1. Circunferencia Máxima Craneal

A lo largo del estudio la CMC aumentó de forma significativa tanto en el grupo TMP como en el grupo control y no se observaron diferencias en los cambios entre los grupos al final del estudio. La ganancia media en el periodo de 10 semanas que duró el estudio fue en el grupo TMP de 2,160 cm y 1,353 cm en el grupo Control. Las tasas de crecimiento en bebés sanos observadas por Martini y cols. (2018) de los 4 a los 12 meses fue un aumento entre  $43,4 \pm 9$  cm y  $46,9 \pm 7$ cm (244).

Por otro lado para Meyer-Marcoti y cols. (2018) el incremento total de la circunferencia durante el primer año es de 11-13cm (175). En su estudio sobre una muestra de 40 sujetos sin asimetría craneal, observó a los 4 meses una media de CMC de 41,38 cm evolucionando a 43,23 cm a los 6 meses, lo que supone un incremento de 1,85 cm. En este periodo de 8 semanas, el crecimiento natural del cráneo está cercano a los valores de evolución del grupo TMP pero por encima de los valores del grupo control, por lo que podría afirmarse que los datos de crecimiento craneal en CMC en el grupo TMP se encuentran más cercanos a la evolución fisiológica de un cráneo de un bebé sano en el mismo período de tiempo (333).

### **5.3.2.2. Longitud Craneal**

La longitud craneal aumentó de forma significativa en los dos grupos, pero de una forma más acusada en el grupo TMP. Esto es coherente con el aumento en la CMC que también fue superior en el grupo TMP.

El aumento de la longitud parece indicar un mayor crecimiento craneal. Este es un aspecto también intencional en el protocolo de TMP utilizado en el que hay una intención clara de movilizar el occipital a dorsal. Esto aumentaría la longitud y por tanto permitiría comprender esta diferencia entre grupos que fue significativa,  $7,567 \text{ mm} \pm 2,32$  frente a  $4,25 \text{ mm} \pm 2,46$ .

### **5.3.2.3. Anchura Craneal**

La anchura craneal aumentó de forma significativa en los dos grupos, pero de una forma más acusada en el grupo TMP. Esto es coherente con el aumento en la CMC que también fue superior en el grupo TMP.

El aumento de la anchura craneal parece indicar un mayor crecimiento craneal. Este es un aspecto también intencional en el protocolo de TMP utilizado en la que hay una intención clara de expandir la base craneal. Esto aumentaría la anchura y por tanto permitiría comprender esta diferencia entre grupos, aunque no fuera significativa,  $5,41 \text{ mm} \pm 4,24$  frente a  $3,97 \text{ mm} \pm 3,11$ .

### **5.3.2.4. Diámetro Diagonal Derecho**

El diámetro diagonal derecho aumentó de forma significativa en los dos grupos pero de una forma más acusada en el grupo TMP. Esto es coherente con el aumento en la CMC, longitud y anchura craneal que también fueron superiores en el grupo TMP.

El aumento del diámetro diagonal derecho parece indicar un mayor crecimiento craneal. Este es un aspecto buscado con el protocolo de TMP utilizado, en el que hay una intención clara de expandir la base craneal. Esto aumentaría los diámetros diagonales y por tanto permitiría comprender esta diferencia entre grupos aunque no fuera significativa,  $6,50 \text{ mm}$  (5,66 ; 9,16) frente a  $3,83 \text{ mm}$  (2,25 ; 7,83).

### **5.3.2.5. Diámetro Diagonal Izquierdo**

El diámetro diagonal izquierdo aumentó de forma significativa en los dos grupos pero de una forma más acusada en el grupo TMP. Esto es coherente con el aumento en la CMC, longitud y anchura craneal que también fueron superiores en el grupo TMP.

El aumento del diámetro diagonal izquierdo parece indicar un mayor crecimiento craneal. Este es un aspecto buscado con el protocolo de TMP utilizado, en el que hay una intención clara de expandir la base craneal. Esto aumentaría los diámetros diagonales y por tanto permitiría comprender esta diferencia entre grupos aunque no fuera significativa  $6,18 \text{ mm} \pm 4,03$  frente a  $5,31 \text{ mm} \pm 2,39$ .

### **5.3.2.6. Diferencia entre Diámetros Diagonales**

La diferencia entre diámetros diagonales también llamada Asimetría de la Bóveda Craneal (367) fue significativamente mucho menor en el grupo TMP, disminuyendo de 8,20 mm a 4 mm, en comparación con el grupo Control que incluso aumentó de 7 mm a 7,66 mm.

Analizando los índices de mejora, el índice de mejora en la diferencia entre diámetros diagonales fue significativamente mucho mejor en el grupo TMP.

Esta variable es una de las indicadoras craneales principales para analizar la posible eficacia del protocolo de TMP utilizado en esta población.

Kim y cols. (2013) con un tratamiento ortésico obtuvieron una mejoría significativa pasando de 13,28 mm  $\pm$  3,57 a 6,48 mm  $\pm$  1,92 de media con respecto al grupo Control de reposicionamiento que pasó de 11,38 mm  $\pm$  3,30 a 10,05 mm  $\pm$  1,43 (354). Esto quiere decir que el tratamiento con TMP es comparable en resultados a los tratamientos ortésicos que mostraban la máxima eficacia en los estudios entre los distintos tratamientos.

Lessard y cols. (2011) en un estudio piloto sin grupo control sobre 12 sujetos y empleando un protocolo de intervención osteopática obtuvieron una mejora significativa de la diferencia de diámetros (nombrada en el estudio como CVA), pasando de 7,4 mm  $\pm$  4,2 a 3,3 mm  $\pm$  3,1. El resultado es cercano al resultado de nuestro estudio (321).

### **5.3.2.7. Índice Craneal**

El índice craneal mejoró en los dos grupos aunque no significativamente. El cráneo predominantemente braquiocefálico se movió hacia valores de normalidad sin bajar del límite de 85% que marca el límite superior del rango de normalidad (80). En el grupo TMP pasó de 88,35% a 87,73%, algo mayor que en el grupo control que pasó de 87,04% a 86,89%

Analizando los índices de mejora, el índice de mejora en el índice craneal fue mejor en el grupo TMP aunque no significativamente.

Los datos ligeramente positivos en el grupo TMP pueden tener relación con la mejora significativa en la longitud craneal, factor necesario para equilibrar a la baja el IC.

### **5.3.2.8. Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC)**

El IABC mejoró significativamente en el grupo TMP pasando de una mediana de 6,58% a 2,93% mientras que empeoró ligeramente de forma no significativa en el grupo control pasando de una mediana de 5,36% a 6,03%.

Teniendo en cuenta el índice de mejora, esta fue significativamente mucho mejor en el grupo TMP que en el grupo control.

Esta variable es una de las indicadoras craneales principales para analizar la posible eficacia del protocolo de TMP utilizado en esta población.

Kim y cols. (2013), en una muestra de 27 sujetos, obtuvieron una mejoría comparable en tratamiento ortésico con casco. El grupo de intervención pasó de 9,95% a 4,45% de media. Mejora significativa respecto al grupo control que pasó de 8,54% a 7,01% (244).

Kluba y cols. (2014) obtuvieron una disminución a 9,2% en el IABC partiendo de 13,3%. Mejora significativa respecto al grupo control que pasó de 9,3% a 6,6%, sobre 128 sujetos (396).

Los trabajos de di Chiara y cols. (2019) (391), Cabrera-Martos y cols. (2016) (309) y Lessard y cols. (2011) (321), los tres estudios que pueden estar más cerca de nuestro estudio por el parecido en el protocolo de intervención, muestran resultados no comparables en el IABC porque no es el parámetro medido o porque no ofrece las cifras específicas de los resultados antes y después sino el resultado de una agrupación por gravedad en el IABC.

### **5.3.2.9. Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Derecha (ROMcar Dcha)**

El ROMcar Dcha mejoró de forma significativa en el grupo TMP pasando de 66,44° a 79,95°, mientras que empeoró de forma no significativa en el grupo control pasando de 76,51° a 74,91°

Teniendo en cuenta el índice de mejora, ésta fue significativamente mucho mejor en el grupo TMP que en el grupo control, 13,42° frente a 1,59°.

### **5.3.2.10. Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Izquierda (ROMcar Izda)**

El ROMcar Izda mejoró de forma significativa en el grupo TMP pasando de 68,36° a 80,44°. En el grupo control por su parte, la mejoría también fue significativa pasando de 62,95° a 70,67°

Teniendo en cuenta el índice de mejora, esta fue mejor en el grupo TMP que en el grupo control, 16,25° frente a 7,72° aunque de forma no significativa.

### **5.3.2.11. Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total)**

El ROMcar Total aumentó en los dos grupos, pero de forma significativa solo en el grupo TMP pasando de una mediana de 134° a una mediana de 161,8°. En el grupo control la mejora fue más discreta pasando de 143,4° a 147,6°.

Teniendo en cuenta el índice de mejora, esta fue significativamente mucho mejor en el grupo TMP que en el grupo control, 29,68° frente a 6,12°.

Esta variable es una de las indicadores principales para analizar la posible eficacia del protocolo de TMP utilizado en esta población.

Kelicek y Uygur (2018) aplicaron un protocolo de técnicas de movilización de tejidos blandos a 10 bebés con tortícolis comparando con un protocolo de estimulación y

estiramientos en el grupo control. A las seis semanas mejoró la rotación cervical pasiva en el grupo de estudio de 37,28° a 82,07° de media, en relación al grupo control que pasó de 39,20° a 62,26°. Ambas mejoras significativas. A las 12 semanas y en el seguimiento a las 18 semanas ambos grupos habían igualado su rotación pasiva aproximadamente a 88°. En este estudio de nuevo se utiliza la medida de ROM pasivo lo que hace difícil la comparativa (406). El ROM pasivo sigue siendo la referencia más habitual en la evaluación del bebé con tortícolis congénita y plagiocefalia (322).

#### **5.3.2.12. Escala de Motricidad Infantil Alberta Infant Motor Scale (AIMS)**

En la escala AIMS ambos grupos evolucionaron significativamente pasando de un percentil de 25 a un percentil de 50.

Teniendo en cuenta el índice de mejora no hubo diferencias significativas entre grupos.

El cambio en la motricidad puede ser atribuido al factor común de estimulación de desarrollo motor con porteo, más tiempo en posición prono o estimulaciones con objetos en los dos lados.

Nuestros resultados no se corresponden con los de Cabrera-Martos y cols. (2016) que encontraron que la aplicación de un protocolo de terapia manual mejoraba el resultado en las distintas subescalas del test significativamente con respecto al grupo control. Aunque el comportamiento motor estaba dentro de la normalidad para ambos grupos (309).

#### **5.3.2.13. EVA de la percepción de los padres del cambio en la forma de la cabeza**

En los dos grupos hubo una percepción positiva de cambio en la forma de la cabeza, pero la diferencia fue significativa a favor del grupo TMP. Los progenitores del grupo TMP estimaron un cambio de 6,65 mm en la Escala Visual Analógica que iba desde -10 cm a +10 cm. En el grupo control los padres valoraron el cambio en un 4,28 cm.

La percepción de los padres del cambio en la forma de la cabeza ya había sido utilizada en la literatura. Naidoo y cols. (2015) encontraron más satisfacción en los progenitores cuyos bebés habían seguido un tratamiento con casco que aquellos en los que sólo se indicó el reposicionamiento (310).

#### **5.3.2.14. EVA de la percepción de los padres del cambio en el movimiento cervical**

En los dos grupos hubo una percepción positiva de cambio en el movimiento cervical, pero la diferencia fue significativa a favor del grupo TMP. Los padres del grupo TMP estimaron un cambio de 9,09 mm en la Escala Visual Analógica que iba desde -10 cm a +10 cm. En el grupo control los padres valoraron el cambio en un 6,7 cm.

#### **5.3.2.15. EVA de la percepción de los padres del cambio en el cambio global**

En los dos grupos hubo una percepción positiva de cambio global sobre el bebé, pero la diferencia fue significativa a favor del grupo TMP. Los padres del grupo TMP estimaron un cambio de 8,55 mm en la Escala Visual Analógica que iba desde -10 cm a +10 cm. En el grupo control los padres valoraron el cambio en un 6,7 cm.

## 5.4. Resultados de relaciones entre variables

### 5.4.1. Relación entre el lado y el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación a la Izquierda (ROMcar Izda) y a la Derecha (ROMcar Dcha) al inicio en toda la muestra

Se observó una relación significativa entre el lado del aplanamiento y el ROMcar Izquierdo, pero no en el ROMcar Derecho.

Esto no coincide con la literatura, en la que el lado del aplanamiento está en relación con la posición preferencial de la cabeza y esta ha mostrado una relación con la limitación al movimiento cervical en el otro sentido (31).

Rogers y cols. (2009) utilizando un sistema de evaluación del ROM activo encontraron una mejor rotación de los bebés con plagiocefalia hacia el lado aplanado en una muestra con 371 sujetos (61).

### 5.4.2. Correlación entre el tiempo en Prono en 1 y 2 meses con el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) y el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) al inicio en toda la muestra, en el grupo TMP y en el grupo control

En los análisis de correlación entre el tiempo en prono con 1 y 2 meses, el IABC y el ROMcar Total en toda la muestra, en el grupo TMP y en el grupo control, se apreció una correlación únicamente entre el tiempo en prono en 1 y en 2 meses, pero no con las otras dos variables.

Esto es, el tiempo en prono no parece indicar un mayor grado de asimetría o una mayor limitación cervical, a diferencia de lo sugerido por la literatura. Hay que tener en cuenta que el valor del tiempo en prono es referenciado por los progenitores mientras que el IABC y el ROMcar Total son variables medidas de forma objetiva. Esto puede condicionar un sesgo respecto a la información de los padres. Además, es posible que la muestra sea demasiado pequeña, en el grupo TMP, para establecer correlaciones entre estas variables.

### 5.4.3. Correlación entre el Tiempo en Prono con 1 y 2 meses con el Índice de mejora en Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) en el grupo Terapia Manual Pediátrica (TMP) y en el grupo control

En los análisis de correlación entre el tiempo en prono con 1 y 2 meses y el índice de mejora en el IABC en el grupo TMP y en el grupo control, se apreció una correlación únicamente entre el tiempo en prono en 1 y en 2 meses, pero no con las otras variables.

Esto es, el tiempo en prono no parece indicar un mayor grado de asimetría craneal. Hay que tener en cuenta que el valor del tiempo en prono es referenciado por los padres mientras que el IABC es una variable medida de forma objetiva. Esto puede condicionar un sesgo respecto a la información de los padres.

#### **5.4.4. Correlación entre la edad al inicio con el Índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) en el grupo Terapia Manual Pediátrica (TMP)**

En el análisis de la correlación entre la edad de comienzo del tratamiento y el índice de mejora en el IABC no se observó ninguna correlación, lo que no coincide con la literatura en los mejores resultados conseguidos en los tratamientos en bebés más pequeños (61). Hay que decir que la literatura se centra en el tratamiento ortésico más que en el manual. El trabajo de van Vlimmeren y cols. (2008) tuvo excelentes resultados con la estimulación en bebés de 7 semanas, pero su trabajo fue más preventivo ya que los sujetos no presentaban asimetrías severas (237).

Lam y cols. (2017) en un estudio retrospectivo teniendo en cuenta distintos tipos de tratamiento para la PD, concluyeron que más temprana es la edad de comienzo de tratamiento, más cambio en la corrección de la forma de la cabeza (254). La edad de comienzo de tratamiento ortésico antes de los 6 meses obtiene significativamente mejores resultados con el tratamiento ortésico que el comienzo posterior a 6 meses (264).

Siendo que la eficacia del tratamiento está en relación con la expansión craneal (259), es razonable pensar que la edad pueda tener un relación con la eficacia también del tratamiento fisioterápico en Terapia Manual Pediátrica, aunque en el rango de edad establecido en este estudio en los criterios de inclusión, no se ha detectado esta relación.

#### **5.4.5. Correlación entre la edad al inicio con el Índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) en el grupo control**

En el análisis de la correlación entre la edad de comienzo del tratamiento y el índice de mejora en el IABC no se observó ninguna correlación, lo que no coincide con la literatura en los mejores resultados conseguidos en los tratamientos en bebés más pequeños (267, 400). Hay que decir que la literatura se centra en el tratamiento ortésico más que en el reposicionamiento y la estimulación. El trabajo de van Vlimmeren y cols. (2008) tuvo excelentes resultados con la estimulación en bebés de 7 semanas, pero su trabajo fue más preventivo ya que los sujetos no presentaban asimetrías severas (237).

#### **5.4.6. Correlación entre el índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) y el índice mejora en la Circunferencia Máxima Craneal (CMC) en toda la muestra, en el grupo TMP y en el grupo control**

En la relación entre el índice de mejora en el IABC y el índice de mejora en la CMC se encontró una correlación significativa en toda la muestra, aunque no aisladamente para el grupo TMP y el grupo control.

Esto parece confirmar la relación entre la expansión craneal y la normalización de la simetría craneal. Existe cierta evidencia de que una baja CMC es un factor tanto de desarrollo de la PD (266), como de disminución de resultado en el tratamiento ortésico (259).

Aunque la relación no es significativa al analizarla exclusivamente en el grupo TMP, el índice de correlación es mayor que en el grupo control, lo que apunta a la influencia de la intervención que ha podido ayudar a la expansión del cráneo asociada al crecimiento.

#### **5.4.7. Correlación entre el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) y el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) al inicio en toda la muestra**

No se encontró una correlación significativa entre el ROMcar Total y el IABC al inicio en toda la muestra, al contrario de lo que parece sugerir la bibliografía.

Rogers y cols. (2009) en una muestra sobre 371 sujetos con plagiocefalia, en uno de los pocos estudios que emplea la evaluación del ROM activo encontraron una correlación significativa entre la asimetría craneal y la asimetría en la rotación cervical(61). En este estudio no se muestra la correlación del ROM cervical total con la asimetría craneal de bóveda, sino la asimetría de la rotación con asimetría craneal. Estos dos aspectos podrían también mostrar diferencias ya que no es lo mismo la diferencia entre rotar a izquierda en relación a la derecha que la cantidad de grados totales.

#### **5.4.8. Correlación entre el índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) y el índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) en el Grupo TMP**

No se encontró correlación entre el índice de mejora en el ROMcar Total y el índice de mejora en el IABC en el grupo TMP. Por lo que parece que una mejor rotación cervical no asegura un mejor resultado sobre la simetría craneal, aunque dado el valor del índice de correlación (-0,499), podría ser que la muestra se haya quedado escasa para mostrar esta correlación.

#### **5.4.9. Correlación entre el índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) y el índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) en el grupo control**

Tampoco se encontró correlación entre el índice de mejora en el ROMcar Total y el índice de mejora en el IABC en el grupo control. Aquí hay que contar con que no hubo una mejora significativa en ninguna estas dos variables.

#### **5.4.10. Correlación entre el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) y la escala de motricidad infantil Alberta Infant Motor Scale (AIMS) al inicio en toda la muestra, y los índices de mejora en el grupo Terapia Manual Pediátrica (TMP) y en el grupo control.**

No se encontraron correlaciones entre el ROMcar Total y la escala AIMS al inicio en toda la muestra ni en los grupos TMP ni control. Esto parece indicar que en nuestra muestra un bajo rango de movilidad cervical no estaba vinculado a un peor desarrollo motor. Para la confirmación de esta relación, probablemente hubiera sido necesario un mayor tamaño muestral.

#### **5.4.11. Correlación entre el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) y la escala de motricidad infantil I Alberta Infant Motor Scale (AIMS) al inicio en toda la muestra, y en los índices de mejora en el grupo Terapia Manual Pediátrica (TMP) y en el grupo control.**

No se encontraron correlaciones entre el IABC y la escala AIMS al inicio en toda la muestra, ni en los grupos TMP ni control. Esto indica que en nuestro estudio no se aprecia el peor desarrollo asociado a una mayor asimetría craneal tal y como está descrito en la literatura (259).

Para la confirmación de esta relación, probablemente hubiera sido necesario un mayor tamaño muestral.

#### **5.4.12. Correlación entre el índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) con la Escala Visual Analógica (EVA) de la percepción de cambio en la cabeza en toda la muestra**

Los resultados muestran una correlación significativa entre el índice de mejora en el IABC y la percepción de los progenitores del cambio en la cabeza de sus hijos.

Parece que la percepción de los progenitores puede ser un referencial objetivo de la realidad de la asimetría craneal en un bebé. La percepción visual de la forma de la cabeza ha sido objetivada como un sistema fiable de medida de la gravedad de la PD (61).

#### **5.4.13. Correlación entre el índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total) con la Escala Visual Analógica (EVA) de la percepción de cambio en el movimiento del cuello en toda la muestra**

Los resultados no muestran una correlación significativa entre el índice de mejora en el ROMcar Total y la percepción de los padres del cambio en el movimiento en el cuello de sus hijos.

Parece que los padres no han apreciado el cambio en el movimiento del cuello de sus hijos en relación a su cambio real.

Estos resultados pueden estar condicionados por la falta de mejora significativa del movimiento cervical del grupo control y una posible valoración positiva de los progenitores relacionada con la sensación de agradecimiento de que sus hijos hayan sido tratados.

#### **5.4.14. Correlación entre el índice de mejora en el Alberta Infant Motor Scale (AIMS) con la Escala Visual Analógica (EVA) de la percepción de cambio global en el niño en toda la muestra**

Los resultados no muestran una correlación entre el índice de mejora en la escala AIMS y la percepción de los progenitores del cambio global de sus hijos.

Es posible que los progenitores valoren el cambio global no sobre el parámetro de desarrollo motor sino en relación con la cabeza, el movimiento del cuello u otros factores.

#### **5.4.15. ANOVA factorial de las dificultades en el parto y el índice de mejora en el Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC)**

La distribución de las dificultades durante el parto no fue homogénea. El grupo control recibió significativamente más sujetos con dificultades de parto que el grupo TMP. Esta falta de homogeneidad podría tener un efecto reductor sobre el resultado de la intervención en el grupo. Por ello se realizó un ANOVA factorial para valorar la influencia de esa variable sobre los resultados en el índice de mejora del Índice de Asimetría de Bóveda Craneal (IABC) (Tabla 91).

Los resultados no parecen indicar una relación entre el mayor número de sujetos con dificultades de parto que había en el grupo control con un posible peor resultado en el IABC.

Las dificultades en el parto son un factor de riesgo para el desarrollo de la PD (2) por lo que se hacía necesario analizar si había influido en los resultados de la intervención.

#### **5.4.16. ANOVA factorial de las dificultades en el parto y el índice de mejora en el Rango de Movimiento Cervical Activo de Rotación Total (ROMcar Total).**

La distribución de las dificultades durante el parto no fue homogénea. El grupo control recibió significativamente más sujetos con dificultades de parto que el grupo TMP. Esta falta de homogeneidad podría tener un efecto reductor sobre el resultado de la intervención en el grupo. Por ello se realizó un ANOVA factorial para valorar la influencia de esta variable sobre los resultados en el índice de mejora en el ROMcar Total (tabla 92).

Los resultados no parecen indicar una relación entre el mayor número de sujetos con dificultades de parto que había en el grupo control con un posible peor resultado en el ROMcar Total.

Las dificultades de parto son un factor de riesgo para el desarrollo de disfunciones cervicales (62) por lo que se hacía necesario analizar si había influido en los resultados de la intervención.

## 5.5. Implicaciones clínicas

Este estudio y sus resultados ofrecen distintas implicaciones clínicas.

En relación a la evaluación, el uso del calibre como medida de la morfología craneal se confirma como un sistema fácil, fiable y económico que permite al fisioterapeuta objetivar las medidas necesarias para el cálculo de los índices y variables ligados a la forma del cráneo y sus alteraciones.

Por otro lado, se confirma que la utilización de la evaluación del ROM cervical activo puede ser útil y fiable para la determinación de la movilidad del raquis cervical de los bebés con plagiocefalia.

En relación a la parte de tratamiento, se ha demostrado que la fisioterapia puede disponer de la terapia manual eficaz en el tratamiento de bebés y más específicamente en una patología frecuente que afecta a la morfología del cráneo y de la cara y tiene consecuencias para el neurodesarrollo futuro de los niños.

Por otro lado, se ha demostrado que es posible aplicar una terapia manual eficaz sobre el raquis cervical de los bebés como alternativa al estiramiento para la mejora de los rangos de movimiento cervical en bebés con PD.

También se ha visto como la fisioterapia educativa con recomendaciones de estimulación y tiempo en prono, no tienen un efecto claro sobre la asimetría craneal ni sobre la movilidad cervical. Sin embargo, su efecto es claro sobre el desarrollo neuromotor del bebé.

## 5.6. Limitaciones del estudio

### 5.6.1. En la evaluación

Este estudio ha mostrado diversas limitaciones en cuanto a la evaluación.

Podría haber sido interesante una medida pasiva del ROM cervical tal como está descrito en la literatura para luego correlacionarlo con los valores del ROM activo. Aarnivala y cols. (2014) realizaron en su estudio una prueba de ROM pasivo de rotación, inclinación y flexión con el bebé tumbado en una camilla con los hombros en el borde (63). La evaluación pasiva se ha empleado en algún otro estudio (257). Esto podría haber dado resultados diferentes en la ROM cervical de rotación, además de permitir una evaluación de ROM de inclinación cervical o de flexión que no se podía testar de forma activa.

En el estudio de Murgia y cols. (2016) la medida del ROM activo y pasivo de la rotación cervical demuestran un alto nivel de reproductibilidad intra e interexaminador. En la inclinación lateral pasiva, la reproductibilidad inter e intraexaminador es más moderada (358).

Por su parte Ohman y Beckung (2013) evaluaron la rotación y flexión lateral pasiva utilizando un “protractor” o goniómetro para grandes articulaciones. Los bebés se colocaban en decúbito supino en la mesa de evaluación con los hombros estables y el examinador mantenía la cabeza y cuello en el borde de la mesa. La rotación cervical alcanzó los 100-120° y la flexión lateral los 65-75° en bebés de 2 a 10 meses (221).

Finalmente utilizamos el sistema empleado por Rogers y cols. (2009) en la evaluación del ROM cervical activo sentando al bebé sobre las rodillas de su madre (61), mejorando el cálculo de los grados mediante fotografía. Esta evaluación ha sido muy compleja en los bebés por debajo de 2 meses ya que presentaban dificultades para mantener la cabeza y requería más tiempo de evaluación y más intentos a los lados.

Quizá hubiera podido realizarse alguna valoración de la posición cervical en supino sobre la camilla. Seager y cols. (2019) tras una revisión sistemática atribuyeron buenas propiedades de medida únicamente a la fotografía con el bebé en supino para evaluar la inclinación de cabeza y la escala de función muscular para la evaluación de la función muscular de los flexores laterales en el enderezamiento cervical lateral (353). Además de limitaciones metodológicas en ese estudio, el parámetro de la inclinación es menos evidente en los sujetos con plagiocefalia no diagnosticados de tortícolis congénita.

Una limitación importante ha sido la falta de variables sobre la asimetría de la base craneal o sobre la cara. Podríamos haber medido la posición de las orejas en una medida tragus-subnasal como Lessard y cols. (2011) (321) o como Kim y cols (2013) (244). Eso hubiera permitido analizar el cambio en la asimetría de base craneal y no solo de la bóveda. Así mismo hubiera sido interesante otras mediciones como la asimetría mandibular, para la que Fenton y cols. (2018) encontraron asimetría mandibular en el 10% de su muestra de sujetos con tortícolis congénita y PD y describieron un cambio significativo tras 4 meses de tratamiento con fisioterapia en bebés con tortícolis muscular congénita (TMC) (225). Esta podría ser una buena línea futura de

investigación para poner en evidencia el efecto de la Terapia Manual Pediátrica sobre la simetría de la base y sobre la morfología de la cara.

Otra posible limitación puede ser el cálculo sobre la escala de motricidad AIMS en la que hemos calculado el percentil más bajo de su marcación en la tabla de resultados (anexo 15). Esto nos ha dado por un lado un valor fiable del resultado del comportamiento motor del bebé respecto a su edad, pero por otro lado nos ha limitado la variabilidad numérica de los resultados del AIMS. Por ejemplo Cabrera-Martos y cols. (2016) utilizaron el score total del AIMS por ítems y subescalas (309).

### **5.6.2. En la intervención**

Este estudio ha presentado algunas limitaciones en relación a la intervención.

En primer lugar el grupo control podría haber contado con estiramientos o reforzamiento en casa realizados por los progenitores tras el entrenamiento y la supervisión por parte de fisioterapeutas especializados. La guía de práctica clínica de la APTA realizada por Kaplan y cols. (2018) para tortícolis recomienda la normalización de ROM activo y pasivo y de la función muscular. Para ello propone la educación de los padres, la gestión del manejo y posiciones del bebé y los ejercicios de reforzamiento y estiramiento (226) a diferencia de nuestro estudio en el que se recoge un tratamiento manual diferente para la disfunción cervical pero el grupo control solo dispuso de la educación a los padres, el reposicionamiento y la estimulación. Esta educación parece eficaz en la literatura, especialmente cuando comienza antes de las 8 semanas (237) aunque en distintos estudios se incluyeron ejercicios de rotación de la cabeza, de estiramiento muscular en el cuello e incluso reforzamiento muscular para que los padres los realicen a los bebés (66, 231, 299).

La realización de estiramientos por ejemplo, podría haber mejorado los resultados sobre los bebés del grupo control y haber permitido una comparativa de la eficacia de ambos sistemas manuales de intervención. Esto supone la principal línea de investigación que se deriva de este estudio.

Otra limitación ha sido una intervención más intensa de los fisioterapeutas en la estimulación del grupo control. En un estudio de Ohman y cols. (2010) los ejercicios realizados por fisioterapeutas 3 veces por semana fueron más eficaces que los realizados por los padres en sesiones cortas dos veces al día (299). Tomamos la decisión de que fueran los progenitores para implicar más a la familia, disminuir el número de visitas, traslados e inconvenientes para la familia, y por falta de recursos de personal.

### **5.6.3. En los resultados**

Quizá la principal limitación en cuanto a resultados es la falta de un seguimiento de los bebés para saber si permanecen los resultados tras la intervención. Un follow up es fundamental para conocer la eficacia de cualquier intervención en salud. Esta es la otra gran línea de investigación para el futuro.

# CONCLUSIONES



1. En nuestro estudio el tratamiento con Terapia Manual Pediátrica específica para las disfunciones neuro-músculo-esqueléticas de la plagiocefalia deformacional posterior añadido a fisioterapia educativa ha mostrado ser más efectivo que la aplicación única de fisioterapia educativa en la mejora del índice de asimetría de la bóveda craneal, en la mejora de la movilidad cervical activa en rotación a la derecha y en la total, en los aumentos de la circunferencia máxima craneal y la longitud craneal, en la disminución de la diferencia de diámetros diagonales, y finalmente, en la percepción de los padres respecto a los cambios en la forma de la cabeza, en el movimiento cervical y en el cambio global.
2. Las mediciones antropométricas con calibre de la simetría craneal han mostrado una fiabilidad intraexaminador muy buena y una fiabilidad interexaminador buena.
3. La evaluación de la movilidad cervical activa con fotogrametría ha sido aceptablemente reproducible.
4. En nuestra muestra de bebés con plagiocefalia, con edades comprendidas en el rango habitual recomendado para la prescripción de intervenciones, el porcentaje de varones era ligeramente inferior al de poblaciones similares. En el peso se observaron valores dentro de la normalidad y la prematuridad o el parto múltiple se presentaron en un pequeño porcentaje de la muestra. Sin embargo, el parto instrumental, se dio en mayor medida que en poblaciones similares y que en población de referencia, y el ser primogénito, en mayor medida que en poblaciones similares. La lactancia materna correcta se realizó en un porcentaje mayor que en poblaciones similares con plagiocefalia, con valores similares a los de población normal. El porcentaje de bebés transportados en sistemas de porteo y el tiempo en prono durante los dos primeros meses fueron muy bajos.
5. Los bebés de nuestro estudio presentaban porcentajes de posición preferencial de la cabeza por encima de los observados en poblaciones similares, sin embargo, el diagnóstico de tortícolis congénita era menor. La mayoría presentaban un aplanamiento posterior derecho, relacionado con el mayor porcentaje de posición preferencial derecha de la cabeza, de forma similar a lo descrito en la literatura.
6. Los bebés de nuestro estudio, al inicio, tenían un cráneo de tendencia braquiocefálica, con la circunferencia máxima craneal ligeramente por debajo de la descrita en bebés sanos, y una gravedad moderada en cuanto a la asimetría craneal. El rango de movimiento cervical activo en rotación se podría considerar dentro de los valores de referencia.
7. Aunque el retraso de desarrollo neuromotor de los bebés está relacionado con la presencia de plagiocefalia deformacional, en nuestro estudio los bebés presentaban un desarrollo neuromotor normal, medido con la escala de motricidad Alberta Infant Motor Scale.
8. En nuestra muestra no hubo diferencias significativas entre los dos grupos al inicio de la intervención salvo en las dificultades vinculadas al parto y en el movimiento cervical activo en rotación a la derecha. Análisis estadísticos confirman que no tuvieron influencia sobre los mejores resultados en el grupo Terapia Manual Pediátrica.

9. El grupo tratado con Terapia Manual Pediátrica específica mejoró en la circunferencia máxima craneal, la longitud craneal, la anchura craneal, el diámetro diagonal derecho, el diámetro diagonal izquierdo, la diferencia de diámetros diagonales, el índice de asimetría de la bóveda craneal, en la movilidad cervical activa en rotación de forma bilateral y en el desarrollo neuromotor medido con la Alberta Infant Motor Scale.
10. El grupo control mejoró en la circunferencia máxima craneal, la longitud craneal, la anchura craneal, el diámetro diagonal derecho, el diámetro diagonal izquierdo, en la movilidad cervical activa en rotación izquierda y en el desarrollo neuromotor medido con la Alberta Infant Motor Scale.
11. La edad de los niños no ha repercutido en el grado de normalización de los índices craneales de asimetría, aunque el crecimiento fisiológico del cráneo sí que lo ha hecho.
12. En nuestra muestra, el tiempo en prono y el movimiento cervical no han influido en la mejora de los índices craneales. Además, la mejora en los índices craneales y en el movimiento cervical no han facilitado el progreso del desarrollo neuromotor.
13. En toda la muestra, la mejora en el índice de asimetría craneal se asoció al aumento en la circunferencia máxima craneal, aunque de forma más marcada en el grupo de intervención con Terapia Manual Pediátrica, lo que apunta a la influencia de la intervención sobre la expansión craneal asociada al crecimiento fisiológico.
14. La percepción de los padres respecto a los cambios en el estado del niño es sensible para los cambios objetivos en la forma de la cabeza y no tiene relación con los cambios objetivos en el movimiento cervical o en el neurodesarrollo.

# BIBLIOGRAFÍA



## BIBLIOGRAFÍA

1. Robinson S, Proctor M. Diagnosis and management of deformational plagiocephaly. *J Neurosurg Pediatr.* 2009;3(4):284–95.
2. van Vlimmeren LA, van der Graaf Y, Boere-Boonekamp MM, L'Hoir MP, Helders PJM, Engelbert RHH, et al. Risk Factors for Deformational Plagiocephaly at Birth and at 7 Weeks of Age: A Prospective Cohort Study. *Pediatrics.* 2007; 119 (2): e 408–18.
3. Anrig C, Plaughter G. *Pediatric chiropractic.* 2nd ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2013. 1226 p.
4. Sergueef N, Nelson KE, Glonek T. Palpatory diagnosis of plagiocephaly. *Complement Ther Clin Pract.* 2006; 12 (2): 101–10.
5. Pollack IF, Losken HW, Fasick P. Diagnosis and Management of Posterior Plagiocephaly. *Pediatrics.* 1997; 99 (2): 180–5.
6. Blaser SI, Padfield N, Chitayat D, Forrest CR. Skull base development and craniosynostosis. *Pediatr Radiol.* 2015; 45 (S3): 485–96.
7. Krakow D. Craniosynostosis. En: *Obstetric Imaging: Fetal Diagnosis and Care: Second Edition.* Elsevier; 2017.
8. Morriss-Kay GM, Wilkie AOM. Growth of the normal skull vault and its alteration in craniosynostosis: Insights from human genetics and experimental studies. *J Anat.* 2005; 207 (5): 637–53.
9. Twigg SRF, Wilkie AOM. A Genetic-Pathophysiological Framework for Craniosynostosis. *Am J Hum Genet.* 2015; 97 (3): 359–77.
10. Andrews BT, Fontana SC. Correlative vs. causative relationship between neonatal cranial head shape anomalies and early developmental delays. *Frontiers in Neuroscience.* 2017; 11: 708.
11. Baweja K, Sun AH, Sawh-Martinez R, Persing JA. Temporal Progression of Craniofacial Dymorphology in Unilateral Coronal Synostosis: A Mechanistic Hypothesis. *J Craniofac Surg.* 2018; 29 (5): 1174–80.
12. Roserberg J, Tepper O. Strabismus in craniosynostosis. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus.* 2013; 50: 140–8.
13. Lee HQ, Hutson JM, Wray AC, Loc PA, Chong DK, Holmes AD, et al. Changing epidemiology of nonsyndromic craniosynostosis and revisiting the risk. *J Craniofac Surg.* 2012; 23 (5): 1245–51.
14. Martini M, Klausning A, Messing-Jünger M, Lüchters G. The self-defining axis of symmetry: A new method to determine optimal symmetry and its application and limitation in craniofacial surgery. *J Cranio-Maxillofacial Surg.* 2017; 45 (9): 1558–65.

15. Wong GB, Kakulis EG, Mulliken JB. Analysis of fronto-orbital advancement for Apert, Crouzon, Pfeiffer, and Saethre-Chotzen syndromes. *Plast Reconstr Surg*. 2000; 105 (7): 2314-23.
16. Yamaguchi K, Imai K, Fujimoto T, Takahashi M, Maruyama Y, Sakamoto H, et al. Cranial distraction osteogenesis for syndromic craniosynostosis: Long-term follow-up and effect on postoperative cranial growth. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg*. 2014; 105 (7): 2314-23.
17. Di Rocco C, Iannelli A, Velardi F. Early Diagnosis and Surgical Indication in Craniosynostosis. *Pediatr Neurosurg*. 1980; 6 (4): 175-88.
18. Feijen M, Schuckman M, Habets E, van der Hulst R. Positional Plagiocephaly and Brachycephaly: Is There a Correlation Between Subjective and Objective Assessment of Cranial Shape? *J Craniofac Surg*. 2012; 23 (4): 998-1001.
19. Pomatto JK, Calcaterra J, Kelly KM, Beals SP, Manwaring KH, Littlefield TR. A study of family head shape: Environment alters cranial shape. *Clin Pediatr (Phila)*. 2006; 45 (1): 55-63.
20. Loveday BPTT, de Chalain TB. Active counterpositioning or orthotic device to treat positional plagiocephaly? *J Craniofac Surg*. 2001; 12 (4): 308-13.
21. Hummel P, Fortado D. Impacting infant head shapes. *Adv Neonatal Care*. 2005; 5 (6): 329-40.
22. Pathmanaban ON, Burke KA, Leach P, Thorne J, Kamaly-Asl ID. Nonsynostotic Posterior Brachycephaly with Hindbrain Herniation. *World Neurosurg*. 2017; 97: 755. e 11-755. e15.
23. Baum JD, Searls D. Head Shape and Size of Pre-term Low-birthweight Infants. *Dev Med Child Neurol*. 1971; 13 (5): 578-81.
24. Elliman AM, Bryan EM, Elliman AD, Starte D. Narrow heads of preterm infants--do they matter? *Dev Med Child Neurol*. 1986; 28 (8): 745-8.
25. Ifflaender S, Rüdiger M, Konstantelos D, Wahls K, Burkhardt W. Prevalence of head deformities in preterm infants at term equivalent age. *Early Hum Dev*. 2013; 89 (12): 1041-7.
26. McCarty DB, Peat JR, Malcolm WF, Smith PB, Fisher K, Goldstein RF. Dolichocephaly in Preterm Infants: Prevalence, Risk Factors, and Early Motor Outcomes. *Am J Perinatol*. 2017; 34 (4): 372-8.
27. Mewes AU, Zöllei L, Hüppi PS, Als H, McAnulty GB, Inder TE, et al. Displacement of brain regions in preterm infants with non-synostotic dolichocephaly investigated by MRI. *Neuroimage*. 2007; 36 (4): 1074-85.
28. Persad A, Aronyk K, Beaudoin W, Mehta V. Long-term 3D CT follow-up after endoscopic sagittal craniosynostosis repair. *J Neurosurg Pediatr*. 2019; 20: 1-7.

29. Rtshiladze MA, Roy AA, Goltsman D, Hunt J, Reddy R, Gianoutsos MP. The removal of cranial springs used in the treatment of scaphocephaly: A minimal access approach. *J Cranio-Maxillofacial Surg.* 2019; 47 (11): 1706-11.
30. Rogers GF. Deformational plagiocephaly, brachycephaly, and scaphocephaly. Part I: Terminology, diagnosis, and etiopathogenesis. *J Craniofac Surg.* 2011; 22 (1): 9-16.
31. Stellwagen L, Hubbard E, Chambers C, Jones KL. Torticollis, facial asymmetry and plagiocephaly in normal newborns. *Arch Dis Child.* 2008; 93 (10): 827-31.
32. Kalra R, Walker ML. Posterior plagiocephaly. *Child's Nerv Syst.* 2012; 28 (9): 1389-93.
33. Flannery ABK, Looman WS, Kemper K. Evidence-Based Care of the Child With Deformational Plagiocephaly, Part II: Management. *J Pediatr Heal Care.* 2012; 26 (5): 320-31.
34. Haas-Lude K, Krimmel M, Will B, Wolff M. Lambdoid synostosis or positional plagiocephaly - a visual diagnosis? *Neuropediatrics.* 2013; 44: 10. 1055/s-0033-1337807.
35. Lo LJ, Marsh JL, Pilgram TK, Vannier MW. Plagiocephaly: Differential diagnosis based on endocranial morphology. *Plast Reconstr Surg.* 1996; 97 (2): 282-91.
36. Smartt JM, Elliott RM, Reid RR, Bartlett SP. Analysis of differences in the cranial base and facial skeleton of patients with lambdoid synostosis and deformational plagiocephaly. *Plast Reconstr Surg.* 2011; 127 (1): 303-12.
37. Caccamese J, Costello BJ, Ruiz RL, Ritter AM. Positional plagiocephaly: Evaluation and management. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2004; 16 (4): 439-46.
38. Linz C, Collmann H, Meyer-Marcotty P, Böhm H, Krauß J, Müller-Richter UD, et al. Occipital plagiocephaly: Unilateral lambdoid synostosis versus positional plagiocephaly. *Arch Dis Child.* 2015; 100 (2): 1-7.
39. American Academy of Pediatrics AAP Task Force on Infant Positioning and SIDS: Positioning and SIDS. *Pediatrics.* 1992; 89: 1120-6.
40. Changing Concepts of Sudden Infant Death Syndrome: Implications for Infant Sleeping Environment and Sleep Position. *Pediatrics.* 2000; 105 (3 Pt 1): 650- 6.
41. Argenta LC, David LR, Wilson JA, Bell WO. An increase in infant cranial deformity with supine sleeping position. *J Craniofac Surg.* 1996; 7 (1): 5-11.
42. Kane AA, Mitchell LE, Craven KP, Marsh JL. Observations on a recent increase in plagiocephaly without synostosis. *Pediatrics.* 1996; 97 (6 Pt 1): 877-85.
43. Bialocerkowski AE, Vladusic SL, Ng CW, Wei Ng C. Prevalence, risk factors, and natural history of positional plagiocephaly: A systematic review. *Dev Med Child Neurol.* 2008; 50 (8): 577-86.

44. Hutchison BL, Hutchison L a D, Thompson JMD, Mitchell EA. Plagiocephaly and brachycephaly in the first two years of life: A prospective cohort study. *Pediatrics*. 2004; 114 (4): 970-80.
45. Turk AE, McCarthy JG, Thorne CHM, Wisoff JH. The "Back to Sleep Campaign" and Deformational Plagiocephaly: Is There Cause for Concern? *J Craniofac Surg*. 1996; 7 (11): 12-8.
46. Martínez-Lage JF, Arráez Manrique C, Ruiz-Espejo AM, López-Guerrero AL, Almagro MJ, Galarza M. Deformaciones craneales posicionales: estudio clínico-epidemiológico. *An Pediatr*. 2012; 77 (3): 176-83.
47. Esparza Rodríguez J, Hinojosa Mena-Bernal J, Muñoz-Casado MJ, Romance-García A, García Recuero I, Muñoz-González A. [Doubts and confusions in the diagnosis and treatment of positional plagiocephaly. Management protocol]. *An Pediatr (Barcelona, Spain)*. 2007; 67 (3): 249-52.
48. McKinney CM, Cunningham ML, Holt VL, Leroux B, Starr JR. Characteristics of 2733 cases diagnosed with deformational plagiocephaly and changes in risk factors over time. *Cleft Palate-Craniofacial J*. 2008; 45 (2): 208-16.
49. Boere-Boonekamp MM, van der Linden-Kuiper LT. Positional Preference: Prevalence in Infants and Follow-Up After Two Years. *Pediatrics*. 2001;107 (2): 339-43.
50. Peitsch WK, Keefer CH, LaBrie RA, Mulliken JB. Incidence of cranial asymmetry in healthy newborns. *Pediatrics*. 2002; 110 (6): e72-e72.
51. Losee JE, Mason AC, Dudas J, Hua LB, Mooney MP. Nonsynostotic Occipital Plagiocephaly: Factors Impacting Onset, Treatment, and Outcomes. *Plast Reconstr Surg*. 2007; 119 (6): 1866-73.
52. Leung AYFF, Mandrusiak A, Watter P, Gavranich J, Johnston LM. Clinical assessment of head orientation profile development and its relationship with positional plagiocephaly in healthy term infants - A prospective study. *Early Hum Dev*. 2016; 96: 31-8.
53. Joganic JL, Lynch JM, Littlefield TR, Verrelli BC. Risk Factors Associated With Deformational Plagiocephaly. *Pediatrics*. 2009; 124 (6): e1126-33.
54. Ballardini E, Sisti M, Basaglia N, Benedetto M, Baldan A, Borgna-Pignatti C, et al. Prevalence and characteristics of positional plagiocephaly in healthy full-term infants at 8-12 weeks of life. *Eur J Pediatr*. 2018; 177 (10): 1547-54.
55. Di Rocco F, Ble V, Beuriat PA, Szathmari A, Lohkamp LN, Mottolese C. Prevalence and severity of positional plagiocephaly in children and adolescents. *Acta Neurochir (Wien)*. 2019; 161 (6): 1095-8.
56. Roby BB, Finkelstein M, Tibesar RJ, Sidman JD. Prevalence of positional plagiocephaly in teens born after the "back to sleep" campaign. *Otolaryngol - Head Neck Surg (United States)*. 2012; 146 (5): 823-8.

57. Mawji A, Vollman AR, Hatfield J, McNeil DA, Sauve R, Mawji A, et al. The Incidence of Positional Plagiocephaly: A Cohort Study. *Pediatrics*. 2013; 132 (2): 298–304.
58. Goodwin RS, Michel GF. Head Orientation position during birth and in infant neonatal period, and hand preference at nineteen weeks. *Child Dev*. 1981; 52 (3): 819–26.
59. Hutchison BL, Thompson JMD, Mitchell EA. Determinants of nonsynostotic plagiocephaly: a case-control study. *Pediatrics*. 2003; 112 (4): e316–e316.
60. Watson GH. Relation between side of plagiocephaly, dislocation of hip, scoliosis, bat ears, and sternomastoid tumours. *Arch Dis Child*. 1971; 46 (246): 203–10.
61. Rogers GF, Oh AK, Mulliken JB. The role of congenital muscular torticollis in the development of deformational plagiocephaly. *Plast Reconstr Surg*. 2009; 123 (2): 643–52.
62. De Bock F, Braun V, Renz-Polster H. Deformational plagiocephaly in normal infants: A systematic review of causes and hypotheses. *Arch Dis Child*. 2017; 102 (6): 535–42.
63. Aarnivala HEI, Valkama AM, Pirttiniemi PM. Cranial shape, size and cervical motion in normal newborns. *Early Hum Dev*. 2014; 90 (8): 425–30.
64. McKinney CM, Cunningham ML, Holt VL, Leroux B, Starr JR. A case-control study of infant, maternal and perinatal characteristics associated with deformational plagiocephaly. *Paediatr Perinat Epidemiol*. 2009; 23 (4): 332–45.
65. Willis S, Hsiao R, Holland RA, Lee K, Pitetti K. Measuring for nonsynostotic head deformities in preterm infants during NICU management: A pilot study. *Early Hum Dev*. 2019; 131: 56–62.
66. Kuo AA, Tritasavit S, Graham JM. Congenital Muscular Torticollis and Positional Plagiocephaly. *Pediatr Rev*. 2014; 35 (2): 79–87.
67. De Chalain TMB, Park S. Torticollis associated with positional plagiocephaly: A growing epidemic. *J Craniofac Surg*. 2005; 16 (3): 411–8.
68. Greenberg MF, Pollard ZF. Ocular plagiocephaly: Ocular torticollis with skull and facial asymmetry. *Ophthalmology*. 2000; 107 (1): 173–8.
69. Roberts SAG, Symonds JD, Chawla R, Toman E, Bishop J, Solanki GA. Positional plagiocephaly following ventriculoperitoneal shunting in neonates and infancy—how serious is it? *Child’s Nerv Syst*. 2017; 33 (2): 275–80.
70. Leung A, Mandrusiak A, Watter P, Gavranich J, Johnston LM. Impact of Parent Practices of Infant Positioning on Head Orientation Profile and Development of Positional Plagiocephaly in Healthy Term Infants. *Phys Occup Ther Pediatr*; 38 (1): 1–14.

71. Aarnivala H, Vuollo V, Harila V, Heikkinen T, Pirttiniemi P, Holmström L, et al. The course of positional cranial deformation from 3 to 12 months of age and associated risk factors: a follow-up with 3D imaging. *Eur J Pediatr.* 2016; 175 (12): 1893–903.
72. Purnell CA, Benz AW, Gosain AK. Assessment of Head Shape by Craniofacial Teams. *J Craniofac Surg.* 2015; 26 (6): 1808–11.
73. Argenta L, David L, Thompson J. Clinical classification of positional plagiocephaly. *J Craniofac Surg.* 2004; 15 (3): 368–72.
74. Branch LG, Kesty K, Krebs E, Wright L, Leger S, David LR. Argenta clinical classification of deformational plagiocephaly. *J Craniofac Surg.* 2015; 26 (3): 606–10.
75. Van Adrichem LNA, van Vlimmeren LA, Cadanova D, Helders PJM, et al. Validation of a simple method for measuring cranial deformities (plagiocephalometry). *J Craniofac Surg.* 2008; 19 (1): 15–21.
76. Van Vlimmeren LA, Takken T, Van Adrichem LNA, Van Der Graaf Y, Helders PJM, Engelbert RHH. Plagiocephalometry: A non-invasive method to quantify asymmetry of the skull; a reliability study. *Eur J Pediatr.* 2006; 165 (3): 149–57.
77. Leung A, Watter P, Gavranich J. A clinical tool to measure plagiocephaly in infants using a flexicurve: a reliability study. *Pediatr Heal Med Ther.* 2013; 4: 109–15.
78. Schaaf H, Pons-Kuehnemann J, Malik CY, Streckbein P, Preuss M, Howaldt HP, et al. Accuracy of three-dimensional photogrammetric images in non-synostotic cranial deformities. *Neuropediatrics.* 2010; 41 (1): 24–9.
79. Plank LH, Giavedoni B, Lombardo JR, Geil MD, Reisner A. Comparison of infant head shape changes in deformational plagiocephaly following treatment with a cranial remolding orthosis using a noninvasive laser shape digitizer. *J Craniofac Surg.* 2006; 17 (6): 1084–91.
80. Wilbrand J-FF, Wilbrand M, Pons-Kuehnemann J, Blecher J-CC, Christophis P, Howaldt H-PP, et al. Value and reliability of anthropometric measurements of cranial deformity in early childhood. *J Cranio-Maxillofacial Surg.* 2011; 39 (1): 24–9.
81. Wilbrand JF, Seidl M, Wilbrand M, Streckbein P, Bottger S, Pons-Kuehnemann J, et al. A prospective randomized trial on preventative methods for positional head deformity: Physiotherapy versus a positioning pillow. *J Pediatr.* 2013; 162 (6): 1216–1221. e1.
82. McGarry A, Dixon MT, Greig RJ, Hamilton DRL, Sexton S, Smart H. Head shape measurement standards and cranial orthoses in the treatment of infants with deformational plagiocephaly. *Dev Med Child Neurol.* 2008; 50 (8): 568–76.
83. van Wijk RM, Boere-Boonekamp MM, Groothuis-Oudshoorn CGM, van Vlimmeren LA, IJzerman MJ. HELmet therapy Assessment in infants with Deformed Skulls (HEADS): protocol for a randomised controlled trial. *Trials.* 2012; 13: 108.

84. Vlimmeren L, Engelbert RH, Pelsma M, Sanden M, Groenewoud HM, Boere-Boonekamp MM, et al. The course of skull deformation from birth to 5 years of age: a prospective cohort study. *Eur J Pediatr.* 2017; 176 (1): 11–21.
85. Wilbrand JF, Szczukowski A, Blecher JC, Pons-Kuehnemann J, Christophis P, Howaldt HP, et al. Objectification of cranial vault correction for craniosynostosis by three-dimensional photography. *J Cranio-Maxillofacial Surg.* 2012; 40 (8): 726–30.
86. Wilbrand JF, Hagemes F, Wilbrand M, Kühnemann J, Dey F, Streckbein P, et al. Nonsynostotic Cranial Deformity: A Six-Month Matched-Pair Photogrammetric Comparison of Treated and Untreated Infants. *Cleft Palate-Craniofacial J.* 2014; 51 (6): 632–8.
87. Hutchison BL, Hutchison LAD, Thompson JMD, Mitchell EA. Quantification of plagiocephaly and brachycephaly in infants using a digital photographic technique. *Cleft Palate-Craniofacial J.* 2005; 42 (5): 539–47.
88. Schaaf H, Wilbrand JF, Boedeker RH, Howaldt HP. Accuracy of photographic assessment compared with standard anthropometric measurements in nonsynostotic cranial deformities. *Cleft Palate-Craniofacial J.* 2010; 47 (5): 447–53.
89. Lennartsson F, Wennergren G, Nordin P. Reliable Assessors of Infant Cranial Asymmetry in Child Health Care. *Open Nurs J.* 2015; 9 (1): 33–41.
90. Ohman A. The inter-rater and intra-rater reliability of a modified “severity scale for assessment of plagiocephaly” among physical therapists. *Physiother Theory Pract.* 2012; 28 (5): 402–6.
91. Wilbrand JF, Schmidtberg K, Bierther U, Streckbein P, Pons-Kuehnemann J, Christophis P, et al. Clinical Classification of Infant Nonsynostotic Cranial Deformity. *J Pediatr.* 2012; 161 (6): 1120–1125. e1.
92. Fontana SC, Daniels D, Greaves T, Nazir N, Searl J, Andrews BT. Assessment of Deformational Plagiocephaly Severity and Neonatal Developmental Delay. *J Craniofac Surg.* 2016; 27 (8): 1934–6.
93. Holowka MA, Reisner A, Giavedoni B, Lombardo JR, Coulter C. Plagiocephaly severity scale to aid in clinical treatment recommendations. *J Craniofac Surg.* 2017; 28 (3): 717–22.
94. Linz C, Kunz F, Böhm H, Schweitzer T. Positional skull deformities. *Dtsch Arztebl Int.* 2017; 114 (31–32): 535–42.
95. Moss SD. Nonsurgical, nonorthotic treatment of occipital plagiocephaly: what is the natural history of the misshapen neonatal head? *J Neurosurg.* 1997; 87: 667–670.
96. Kluba S, Schreiber R, Kraut W, Meisner C, Reinert S, Krimmel M. Does helmet therapy influence the ear shift in positional plagiocephaly? *J Craniofac Surg.* 2012; 23(5): 1301–5.

97. Kelly KMK, Littlefield TRT, Pomatto JJK, Ripley CCE, Beals SSP, Joganic EEF. Importance of early recognition and treatment of deformational plagiocephaly with orthotic cranioplasty. *Cleft Palate-Craniofacial J.* 1999; 36 (2): 127-30.
98. Danby P. Plagiocephaly in some 10-year-old children. *Arch Dis Child.* 1962; 37: 500-4.
99. Yoo H-SS, Rah DK, Kim YO. Outcome analysis of cranial molding therapy in nonsyndromic plagiocephaly. *Arch Plast Surg.* 2012; 39 (4): 338-44.
100. Teichgraber JF, Seymour-Dempsey K, Baumgartner JE, Xia JJ, Waller AL, Gateno J. Molding Helmet Therapy in the Treatment of Brachycephaly and Plagiocephaly. *J Craniofac Surg.* 2003; 15 (1): 118-23.
101. Hutchison BL, Stewart AW, Mitchell EA. Deformational plagiocephaly: A follow-up of head shape, parental concern and neurodevelopment at ages 3 and 4 years. *Arch Dis Child.* 2011; 96 (1): 85-90.
102. Collett BR, Leroux BG, Wallace ER, Gallagher E, Shao J, Speltz ML. Head shape at age 36 months among children with and without a history of positional skull deformation. *J Neurosurg Pediatr.* 2018; 21 (3): 204-13.
103. Collett BR, Heike CL, Atmosukarto I, Starr JR, Cunningham ML, Speltz ML. Longitudinal, three-dimensional analysis of head shape in children with and without deformational plagiocephaly or brachycephaly. *J Pediatr.* 2012; 160 (4): 673- 678. e1.
104. Steinberg JP, Rawlani R, Humphries LS, Rawlani V, Vicari FA. Effectiveness of Conservative Therapy and Helmet Therapy for Positional Cranial Deformation. *Plast Reconstr Surg.* 2015; 135 (3): 833-42.
105. Hylton N. Infants with torticollis: the relationship between asymmetric head and neck positioning and postural development. *Phys Occup Ther Pediatr.* 1997; 17 (9): 117.
106. Biggs WS. Diagnosis and management of positional head deformity. *Am Fam Physician.* 2003; 67 (9): 1953-6.
107. Cabrera-Martos I, Valenza MC, Valenza-Demet G, Benítez-Feliponi Á, Robles-Vizcaíno C, Ruiz-Extremuera Á. Repercussions of plagiocephaly on posture, muscle flexibility and balance in children aged 3-5 years old. *J Paediatr Child Health.* 2016; 52 (5): 541-6.
108. Gupta PC, Foster J, Crowe S, Papay FA, Luciano M, Traboulsi EI. Ophthalmologic findings in patients with nonsyndromic plagiocephaly. *J Craniofac Surg.* 2003; 14 (4): 529-32.
109. Siatkowski RM, Fortney AC, Nazir SA, Cannon SL, Panchal J, Francel P, et al. Visual field defects in deformational posterior plagiocephaly. *J AAPOS.* 2005; 9 (3): 274-8.

110. Denis D, Genitori L, Bolufer A, Lena G, Saracco JB, Choux M. Refractive error and ocular motility in plagiocephaly. *Child's Nerv Syst.* 1994; 10 (4): 210-6.
111. Kluba S, Roßkopf F, Kraut W, Peters JP, Calgeer B, Reinert S, et al. Malocclusion in the primary dentition in children with and without deformational plagiocephaly. *Clin Oral Investig.* 2016; 20 (9): 2395-401.
112. Baumler C, Leboucq N, Captier G. [Mandibular asymmetry in plagiocephaly without synostosis]. *Rev Stomatol Chir Maxillofac.* 2007; 108 (5): 424-30.
113. Kane AA, Lo LJ, Vannier MW, Marsh JL. Mandibular dysmorphology in unicoronal synostosis and plagiocephaly without synostosis. *Cleft Palate-Craniofacial J.* 1996; 33 (5): 418-23.
114. St. John D, Mulliken JB, Kaban LB, Padwa BL. Anthropometric analysis of mandibular asymmetry in infants with deformational posterior plagiocephaly. *J Oral Maxillofac Surg.* 2002; 60 (8): 873-7.
115. Lee RP, Teichgraeber JF, Baumgartner JE, Waller AL, English JD, Lasky RE, et al. Long-term treatment effectiveness of molding helmet therapy in the correction of posterior deformational plagiocephaly: A five-year follow-up. *Cleft Palate-Craniofacial J.* 2008; 45 (3): 240-5.
116. Kordestani RK, Patel S, Bard DE, Gurwitch R, Panchal J. Neurodevelopmental Delays in Children with Deformational Plagiocephaly. *Plast Reconstr Surg.* 2006; 117 (1): 207-18.
117. Panchal J, Amirshaybani H, Gurwitch R, Cook V, Francel P, Neas B, et al. Neurodevelopment in children with single-suture craniosynostosis and plagiocephaly without synostosis. *Plast Reconstr Surg.* 2001; 108 (6): 1492-8.
118. Hutchison BL, Stewart AW, Mitchell EA. Characteristics, head shape measurements and developmental delay in 287 consecutive infants attending a plagiocephaly clinic. *Acta Paediatr Int J Paediatr.* 2009; 98 (9): 1494-9.
119. Collett BR, Gray KE, Starr JR, Heike CL, Cunningham ML, Speltz ML, et al. Development at Age 36 Months in Children With Deformational Plagiocephaly. *Pediatrics.* 2013; 131 (1): e109-15.
120. Hutchison BL, Stewart AW, De Chalain T, Mitchell EA. Serial developmental assessments in infants with deformational plagiocephaly. *J Paediatr Child Health.* 2012; 48 (3): 274-8.
121. Fowler EA, Becker DB, Pilgram TK, Noetzel M, Epstein J, Kane AA. Neurologic findings in infants with deformational plagiocephaly. *J Child Neurol.* 2008; 23 (7): 742-7.
122. Speltz ML, Collett BR, Stott-Miller M, Starr JR, Heike C, Wolfram-Aduan AM, et al. Case-Control Study of Neurodevelopment in Deformational Plagiocephaly. *Pediatrics.* 2010; 125 (3): e537-42.

123. Collett B, Breiger D, King D, Cunningham M, Speltz M, B., Collett B, et al. Neurodevelopmental Implications of “Deformational” Plagiocephaly. *J Dev Behav Pediatr*. 2005; 26 (5): 379–89.
124. Collett BR, Starr JR, Kartin D, Heike CL, Berg J, Cunningham ML, et al. Development in toddlers with and without deformational plagiocephaly. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2011; 165 (7): 653–8.
125. Collett BR, Wallace ER, Kartin D, Cunningham ML, Speltz ML. Cognitive outcomes and positional plagiocephaly. *Pediatrics*. 2019; 143 (2): PII: e20182373.
126. Shamji MF, Fric-Shamji EC, Merchant P, Vassilyadi M. Cosmetic and cognitive outcomes of positional plagiocephaly treatment. *Clin Investig Med*. 2012; 35 (5): E266.
127. Korpilahti P, Saarinen P, Hukki J. Deficient language acquisition in children with single suture craniosynostosis and deformational posterior plagiocephaly. *Child’s Nerv Syst*. 2012; 28 (3): 419–25.
128. Song HB, Yang HK, Baek RM, Hwang JM, Kim N, Wang KC, et al. Effect of fronto-orbital advancement on astigmatism in patients with anterior plagiocephaly. *J Cranio-Maxillofacial Surg*. 2016; 44 (10): 1504–7.
129. Baumler C, Leboucq N, Captier G. Étude de l’asymétrie mandibulaire dans les plagiocéphalies sans synostose. *Rev Stomatol Chir Maxillofac*. 2007; 108 (5): 424–30.
130. Langlois JH, Ritter JM, Casey RJ, Sawin DB. Infant Attractiveness Predicts Maternal Behaviors and Attitudes. *Dev Psychol*. 1995; 31 (3): 464–72.
131. Stephan CW, Langlois JH. Baby Beautiful: Adult Attributions of Infant Competence as a Function of Infant Attractiveness. *Child Dev*. 1984; 55 (2): 576–85.
132. Schein SS, Langlois JH. Unattractive infant faces elicit negative affect from adults. *Infant Behav Dev*. 2015; 38: 130–4.
133. Kapp-Simon KA, Simon DJ, Kristovich S. Self-perception, social skills, adjustment, and inhibition in young adolescents with craniofacial anomalies. *Cleft Palate-Craniofacial J*. 1992; 29 (4): 352–6.
134. Endriga MC, Kapp-Simon KA. Psychological issues in craniofacial care: State of the art. *Cleft Palate-Craniofacial J*. 1999; 36 (1): 3–11.
135. Shute R, McCarthy KR, Roberts R. Predictors of social competence in young adolescents with craniofacial anomalies. *Int J Clin Heal Psychol*. 2007; 7 (3): 595–613.
136. Bilboul MJ, Pope AW, Snyder HT. Adolescents with craniofacial anomalies: Psychosocial adjustment as a function of self-concept. *Cleft Palate-Craniofacial J*. 2006; 43 (4): 392–400.
137. Clifford MM, Walster E. The Effect of Physical Attractiveness on Teacher Expectations. *Sociol Educ*. 1973; 46 (2): 248–58.

138. Ritts V, Patterson ML, Tubbs ME. Expectations, Impressions, and Judgments of Physically Attractive Students: A Review. *Rev Educ Res.* 1992; 62 (4): 413–26.
139. St. John D, Pai L, Belfer ML, Mulliken JB. Effects of a Child With a Craniofacial Anomaly on Stability of the Parental Relationship. *J Craniofac Surg.* 2003; 14 (4): 104–8.
140. Wermke K, Linz C, Hasenberg A, Kunz F, Meyer-Marcotty P, Schweitzer T. Six month-old infants with deformational plagiocephaly do not differ from unaffected infants with respect to vocal control. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2017; 102: 15–20.
141. Collett BR, Wallace ER, Kartin D, Speltz ML. Infant/toddler motor skills as predictors of cognition and language in children with and without positional skull deformation. *Child's Nerv Syst.* 2019; 35 (1): 157–63.
142. Rogers GF. Deformational plagiocephaly, brachycephaly, and scaphocephaly. Part II: Prevention and treatment. *J Craniofac Surg.* 2011; 22 (1): 17–23.
143. Miller RI, Clarren SK. Long-Term Developmental Outcomes in Patients With Deformational Plagiocephaly. *Pediatrics.* 2000; 105 (2): e26–e26.
144. Martiniuk ALC, Vujovich-Dunn C, Park M, Yu W, Lucas BR. Plagiocephaly and Developmental Delay: A Systematic Review. *J Dev Behav Pediatr.* 2017; 38 (1): 67–78.
145. Renier D, Lajeunie E, Arnaud E, Marchac D. Management of craniosynostoses. *Child's Nerv Syst.* 2000; 16 (10–11): 645–58.
146. Cabrera-Martos I, Valenza MC, Valenza-demet G, Benítez-Feliponi Á, Robles-Vizcaíno C, Ruíz-extremera Á. Impact of torticollis associated with plagiocephaly on infants' motor development. *J Craniofac Surg.* 2015; 26 (1): 151–6.
147. Davis BE, Moon RY, Sachs HC, Ottolini MC. Effects of sleep position on infant motor development. *Pediatrics.* 1998; 102 (5): 1135–40.
148. Goto K, Mirmiran M, Adams MM, Longford R V, Baldwin RB, Boeddiker MA, et al. More awakenings and heart rate variability during supine sleep in preterm infants. *Pediatrics.* 1999; 103 (3): 603–9.
149. Jones MW. Supine and prone infant positioning: a winning combination. *J Perinat Educ.* 2004; 13 (1): 10–20.
150. Collett BR, Aylward EH, Berg J, Davidoff C, Norden J, Cunningham ML, et al. Brain volume and shape in infants with deformational plagiocephaly. *Child's Nerv Syst.* 2012; 28 (7): 1083–90.
151. Knight S. Positional plagiocephaly/brachycephaly is associated with later cognitive and academic outcomes. *J Pediatr.* 2019; 210: 239–42.
152. Fabre-Grenet M, Garcia-Méric P, Bernard-Niel V, Guagliardo V, Cortaredona S, Aymeric-Ponsonnet M. Effects of deformational plagiocephaly during the first 12

- months on the psychomotor development of prematurely born infants. *Arch Pediatr*. 2017; 24 (9): 802-10.
153. Bornstein MH, Hahn CS, Suwalsky JTD. Physically Developed and Exploratory Young Infants Contribute to Their Own Long-Term Academic Achievement. *Psychol Sci*. 2013; 24 (10): 1906-17.
154. Viholainen H, Ahonen T, Lyytinen P, Cantell M, Tolvanen A, Lyytinen H. Early motor development and later language and reading skills in children at risk of familial dyslexia. *Dev Med Child Neurol*. 2006; 48 (5): 367-73.
155. Aldridge K, Marsh JL, Govier D, Richtsmeier JT. Central nervous system phenotypes in craniosynostosis. *J Anat*. 2002; 201 (1): 31-9.
156. Bremner JG. Motor abilities as causal agents in infant cognitive development. *Adv Psychol*. 1993; 97: 47-77.
157. Monson RM, Deitz J, Kartin D. The Relationship between Awake Positioning and Motor Performance among Infants Who Slept Supine. *Pediatr Phys Ther*. 2003; 15 (4): 196-203.
158. Salls JS, Silverman LN, Gatty CM. The relationship of infant sleep and play positioning to motor milestone achievement. *Am J Occup Ther*. 2002; 56 (5): 577-80.
159. Pin T, Eldridge B, Galea MP. A review of the effects of sleep position, play position, and equipment use on motor development in infants. *Dev Med Child Neurol*. 2007; 49 (11): 858-67.
160. Kawakami M, Liu M, Otsuka T, Wada A, Uchikawa K, Aoki A, et al. Asymmetrical skull deformity in children with cerebral palsy: Frequency and correlation with postural abnormalities and deformities. *J Rehabil Med*. 2013; 45 (2): 149-53.
161. Johnson VP, Swayze VW, Sato Y, Andreasen NC. Fetal alcohol syndrome: Craniofacial and central nervous system manifestations. *Am J Med Genet*. 1996; 61 (4): 329-39.
162. Warren JLA, De León MSP, Hopkins WD, Zollikofer CPE. Evidence for independent brain and neurocranial reorganization during hominin evolution. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2019; 116 (44): 22115-21.
163. Standring S, Borley NR, Collins P, Crossman AR, Catzoulis MA, Healy JC, et al. Gray's Anatomy. The Anatomical Basis of Clinical Practice. In: Standring S, editor. *Gray's Anatomy The Anatomical Basis of Clinical Practice*. Churchill Livingstone Elsevier; 2008. p. 1551.
164. Bruner E. Cranial shape and size variation in human evolution: Structural and functional perspectives. *Child's Nerv Syst*. 2007; 23 (12): 1357-65.
165. Bories J. Le crâne humain. Ostéologie. Anatomie radiologique. Paris: Springer-Verlag; 1996.

166. Scarr G. A model of the cranial vault as a tensegrity structure, and its significance to normal and abnormal cranial development. *Int J Osteopath Med*. 2008; 11 (3): 80–9.
167. Opperman LA. Cranial sutures as intramembranous bone growth sites. *Dev Dyn*. 2000; 219 (4): 472–85.
168. D'Antoni A V., Donaldson OI, Schmidt C, Macchi V, De Caro R, Oskouian RJ, et al. A comprehensive review of the anterior fontanelle: embryology, anatomy, and clinical considerations. *Child's Nerv Syst*. 2017; 33 (6): 909–14.
169. Clarke B. Normal bone anatomy and physiology. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2008; 3: Suppl 3: S131–9.
170. Libby J, Marghoub A, Johnson D, Khonsari RH, Fagan MJ, Moazen M. Modelling human skull growth: A validated computational model. *J R Soc Interface*. 2017; 14 (130): pii: 20170202.
171. Zollikofer CPE, Ponce De León MS, Schmitz RW, Stringer CB. New insights into mid-late pleistocene fossil hominin paranasal sinus morphology. *Anat Rec*. 2008; 291 (11): 1506–16.
172. McPherson GK, Kriewall TJ. The elastic modulus of fetal cranial bone: A first step towards an understanding of the biomechanics of fetal head molding. *J Biomech*. 1980; 13 (1): 9–16.
173. Meyer-Marcotty P, Böhm H, Linz C, Kochel J, Stellzig-Eisenhauer A, Schweitzer T. Three-dimensional analysis of cranial growth from 6 to 12 months of age. *Eur J Orthod*. 2014; 36 (5): 489–96.
174. Meyer-Marcotty P, Kunz F, Schweitzer T, Wachter B, Böhm H, Waßmuth N, et al. Cranial growth in infants. A longitudinal three-dimensional analysis of the first months of life. *J Cranio-Maxillofacial Surg*. 2018; 46 (6): 987–93.
175. Graham JM, Kreutzman J, Earl D, Halberg A, Samayoa C, Guo X. Deformational brachycephaly in supine-sleeping infants. *J Pediatr*. 2005; 146 (2): 253–7.
176. Raznahan A, Shaw P, Lalonde F, Stockman M, Wallace GL, Greenstein D, et al. How Does Your Cortex Grow? *J Neurosci*. 2011; 31 (19): 7174–7.
177. Zollikofer CPE, Bienvenu T, Ponce de León MS. Effects of cranial integration on hominid endocranial shape. *J Anat*. 2017; 230 (1): 85–105.
178. Davis MT, Loyd AM, Shen H yu H, Mulroy MH, Nightingale RW, Myers BS, et al. The mechanical and morphological properties of 6 year-old cranial bone. *J Biomech*. 2012; 45 (15): 2493–8.
179. Weickenmeier J, Fischer C, Carter D, Kuhl E, Goriely A. Dimensional, Geometrical, and Physical Constraints in Skull Growth. *Phys Rev Lett*. 2017; 118 (24): 248101.

180. Margulies SS. Infant Skull and Suture Properties: Measurements and Implications for Mechanisms of Pediatric Brain Injury. *J Biomech Eng.* 2000; 122 (4): 364- 71.
181. Kriewall TJ, McPherson GK, Tsai AC. Bending properties and ash content of fetal cranial bone. *J Biomech.* 1981; 14 (2): 73-9.
182. Madeline LA, Elster AD. Suture closure in the human chondrocranium: CT assessment. *Radiology.* 1995; 196 (3): 747-56.
183. Coll G, Lemaire JJ, Di Rocco F, Barthélémy I, Garcier JM, De Schlichting E, et al. Human Foramen Magnum Area and Posterior Cranial Fossa Volume Growth in Relation to Cranial Base Synchondrosis Closure in the Course of Child Development. *Neurosurgery.* 2016; 79 (5): 722-35.
184. Vora SR. Mouse models for the study of cranial base growth and anomalies. *Orthod Craniofacial Res.* 2017; 20 Sup: 18-25.
185. Galella S, Chow D, Jones E, Enlow D, Masters A. Guiding atypical facial growth back to normal. Part 1: Understanding facial growth. *Int J Orthod Milwaukee.* 2011; 22 (4): 47-54.
186. Jin SW, Sim KB, Kim SD. Development and growth of the normal cranial vault: An embryologic review. *J Korean Neurosurg Soc.* 2016; 59 (3): 192-6.
187. Alabdullah M, Saltaji H, Abou-Hamed H, Youssef M. Association between facial growth pattern and facial muscle activity: A prospective cross-sectional study. *Int Orthod.* 2015; 13 (2): 181-94.
188. Duncan RL, Turner CH. Mechanotransduction and the functional response of bone to mechanical strain. *Calcif Tissue Int.* 1995; 57 (5): 344-58.
189. Thompson WR, Rubin CT, Rubin J. Mechanical regulation of signaling pathways in bone. *Gene.* 2013; 19 (11): 2366-79.
190. Enlow DH, Hunter WS. A differential analysis of sutural and remodeling growth in the human face. *Am J Orthod.* 1966; 52 (11): 823-30.
191. Sinsel NK, Guelinckx PJ, Opdebeeck H. Effect of nerve repair after unilateral partial facial paralysis on craniofacial growth and development. *Plast Reconstr Surg.* 1999; 104 (2): 445-63.
192. Chambi-Rocha A, Cabrera-Domínguez ME, Domínguez-Reyes A. Breathing mode influence on craniofacial development and head posture. *J Pediatr (Rio J).* 2018; 94 (2): 123-30.
193. Abreu RR, Rocha RL, Lamounier JA, Guerra ÂFM. Etiology, clinical manifestations and concurrent findings in mouth-breathing children. *J Pediatr (Rio J).* 2008; 84 (6): 529-35.
194. Almotairy N, Kumar A, Trulsson M, Grigoriadis A. Development of the jaw sensorimotor control and chewing - a systematic review. *Physiol Behav.* 2018; 194: 456-65.

195. Björk A, Björk L. Artificial Deformation and Cranio-facial Asymmetry in Ancient Peruvians. *J Dent Res.* 1964; 43: 353-62.
196. Nichter LS, Persing JA, Horowitz JH, Morgan RF, Nichter MA, Edgerton MT. External cranioplasty: historical perspectives. *Plast Reconstr Surg.* 1986; 77 (2): 325-32.
197. Sandy R, Hennocq Q, Nysjö J, Giran G, Friess M, Khonsari RH. Orbital shape in intentional skull deformations and adult sagittal craniosynostoses. *J Anat.* 2018; 233 (3): 302-310..
198. Persing J, James H, Swanson J, Kattwinkel J, American Academy of Pediatrics Committee on Practice and Ambulatory Medicine Section on PlasticSurgery and Section on NeurologicalSurgery. Prevention and management of positional skull deformities in infants. American Academy of Pediatrics Committee on Practice and Ambulatory Medicine, Section on Plastic Surgery and Section on Neurological Surgery. *Pediatrics.* 2003; 112: 199-202.
199. Rekate HL. Occipital plagiocephaly: a critical review of the literature. *J Neurosurg.* 1998; 89 (1): 24-30.
200. Jacobson A. Essentials of facial growth. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2009; 139 (3): 471.
201. Vaden JL, Hans M. Donald Enlow, M.S., Ph.D.: The consummate student of human facial growth and development. *Cranio - J Craniomandib Pract.* 2008; 26 (3): 160-1.
202. Enlow DH. A morphogenetic analysis of facial growth. *Am J Orthod.* 1966; 52 (4): 283-99.
203. Hurmerinta K, Kiukkonen A, Hukki J, Saarikko A, Leikola J. Lambdoid Synostosis Versus Positional Posterior Plagiocephaly, a Comparison of Skull Base and Shape of Calvarium Using Computed Tomography Imaging. *J Craniofac Surg.* 2015; 26 (6): 1917-22.
204. Wang JC, Nagy L, Demke JC. Syndromic Craniosynostosis. *Facial Plastic Surgery Clinics of North America.* 2016; 24(4): 531-43.
205. Oberoi S, Hoffman WY, Vargervik K. Craniofacial team management in Apert syndrome. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2012; 141: S82-7.
206. Cohen MMJ. Etiopathogenesis of craniosynostosis. *Neurosurg Clin N Am.* 1991; 2 (3): 507-13.
207. Vega RA, Opalak C, Harshbarger RJ, Fearon JA, Ritter AM, Collins JJ, et al. Hypophosphatemic rickets and craniosynostosis: a multicenter case series. *J Neurosurg Pediatr.* 2016; 17 (6): 694-700.
208. Kandasamy J, Hughes MA, Mallucci CL. Hydrocephalus. In: *Newborn Surgery, Fourth Edition.* Prem Puri; 2017.

209. Berg B. Microcephaly. In: Encyclopedia of the Neurological Sciences. Elsevier; 2014.
210. Anton SC. Intentional cranial vault deformation and induced changes of the cranial base and face. *Am J Phys Anthropol.* 1989; 79 (2): 253-67.
211. King SJ, Boothroyd AE. Cranial trauma following birth in term infants. *Br J Radiol.* 1998; 71 (842): 233-8.
212. Najarian SP. Infant cranial molding deformation and sleep position: Implications for primary care. *J Pediatr Heal Care.* 1999; 13 (4): 173-7.
213. Huang MHS, Mouradian WE, Cohen SR, Gruss JS. The differential diagnosis of abnormal head shapes: Separating craniosynostosis from positional deformities and normal variants. *Cleft Palate-Craniofacial J.* 1998; 35 (3): 204-11.
214. Peterson J, Dechow PC. Material properties of the inner and outer cortical tables of the human parietal bone. *Anat Rec.* 2002; 268 (1): 7-15.
215. Peterson J, Dechow PC. Material properties of the human cranial vault and zygoma. *Anat Rec A Discov Mol Cell Evol Biol.* 2003; 274 (1): 785-97.
216. Jasinowski SC, Reddy BD. Mechanics of cranial sutures during simulated cyclic loading. *J Biomech.* 2012; 45 (1): 2050-4.
217. Auperrin A, Delille R, Lesueur D, Bruyère K, Masson C, Drazétic P. Geometrical and material parameters to assess the macroscopic mechanical behaviour of fresh cranial bone samples. *J Biomech.* 2014; 47 (5): 1180-5.
218. Coats B, Margulies SS. Material Properties of Human Infant Skull and Suture at High Rates. *J Neurotrauma.* 2006; 23 (8): 1222-32.
219. Wang J, Zou D, Li Z, Huang P, Li D, Shao Y, et al. Mechanical Properties of Cranial Bones and Sutures in 1-2-Year-Old Infants. *Med Sci Monit.* 2014; 20: 1808-13.
220. Do TT. Congenital muscular torticollis: Current concepts and review of treatment. *Curr Opin Pediatr.* 2006; 18 (1): 26-9.
221. Öhman A, Beckung E. Children who had congenital torticollis as infants are not at higher risk for a delay in motor development at preschool age. *PM R.* 2013; 5 (10): 850-5.
222. Hautopp L, Wester S, Bang B, Buus L, Grindsted J, Christensen K, et al. Benefit of physiotherapeutic treatment in children with torticollis. *Dan Med J.* 2014; 61 (12): A4970.
223. Heidenreich E, Johnson R, Sargent B. Informing the Update to the Physical Therapy Management of Congenital Muscular Torticollis Evidence-Based Clinical Practice Guideline. *Pediatr Phys Ther.* 2018; 30 (3): 164-75.

224. Bredenkamp JK, Hoover LA, Berke GS, Shaw A. Congenital Muscular Torticollis: A Spectrum of Disease. *Arch Otolaryngol Neck Surg.* 1990; 116 (2): 212-6.
225. Fenton R, Gaetani S, Maclsaac Z, Ludwick E, Grunwaldt L. Description of mandibular improvements in a series of infants with congenital muscular torticollis and deformational plagiocephaly treated with physical therapy. *Cleft Palate-Craniofacial J.* 2018; 55 (9): 1262-88.
226. Kaplan SL, Coulter C, Sargent B. Physical Therapy Management of Congenital Muscular Torticollis: A 2018 Evidence-Based Clinical Practice Guideline From the APTA Academy of Pediatric Physical Therapy. *Pediatr Phys Ther.* 2018; 30 (4): 240-90.
227. Mawji A, Vollman AR. Risk factors for positional plagiocephaly and appropriate time frames for prevention messaging. *Paediatr Child Heal.* 2014; 19 (8): 423-7.
228. Oh AK, Hoy EA, Rogers GF. Predictors of severity in deformational plagiocephaly. *J Craniofac Surg.* 2009; 20: 685-9.
229. Vojta V, Schweizer E. El descubrimiento de la motricidad ideal. Madrid: Ediciones Morata; 2011. 279 p.
230. Watemberg N, Ben-Sasson A, Goldfarb R. Transient Motor Asymmetry among Infants with Congenital Torticollis - Description, Characterization, and Results of Follow-Up. *Pediatr Neurol.* 2016; 59: 36-40.
231. Leung A, Mandrusiak A, Watter P, Gavranich J, Johnston L. Positional plagiocephaly is associated with sternocleidomastoid muscle activation in healthy term infants. *Child's Nerv Syst.* 2017; 33 (4): 617-24.
232. Waddington EL, Snider KT, Lockwood MD, Pazdernik VK. Incidence of Somatic Dysfunction in Healthy Newborns. *J Am Osteopath Assoc.* 2015; 115 (11): 654.
233. Haque S, Bilal Shafi B Bin, Kaleem M. Imaging of Torticollis in Children. *RadioGraphics.* 2012; 32 (2): 557-71.
234. Powell EC, Leonard JR, Olsen CS, Jaffe DM, Anders J, Leonard JC. Atlantoaxial Rotatory Subluxation in Children. *Pediatr Emerg Care.* 2017; 33 (2): 86-91.
235. Neal KM, Mohamed AS. Atlantoaxial rotatory subluxation in children. *J Am Acad Orthop Surg.* 2015; 23 (6): 382-92.
236. Pople IK, Sanford RA, Muhlbauer MS. Clinical presentation and management of 100 infants with occipital plagiocephaly. *Pediatr Neurosurg.* 1996; 25 (1): 1-6.
237. Van Vlimmeren L, van der Graaf Y, Boere-Boonekamp MM, L'Hoir MP., Helden PJM, Engelbert R, et al. Effect of pediatric physical therapy on deformational plagiocephaly in children with positional preference: A randomized controlled trial. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2008; 162 (8): 712-8.

238. Koren A, Reece SM, Kahn-D'angelo L, Medeiros D. Parental Information and Behaviors and Provider Practices Related to Tummy Time and Back to Sleep. *J Pediatr Heal Care*. 2010; 24 (4): 222-30.
239. Laughlin J, Luerssen TG, Dias MS, Committee on Practice and Ambulatory Medicine, Section on Neurological Surgery. Prevention and Management of Positional Skull Deformities in Infants. *Pediatrics*. 2011; 128 (6): 1236-41.
240. Aarnivala H, Vuollo V, Harila V, Heikkinen T, Pirttiniemi P, Valkama AM. Preventing deformational plagiocephaly through parent guidance: a randomized, controlled trial. *Eur J Pediatr*. 2015; 174 (9): 1197-208.
241. Ditthakasem K, Kolar JC. Deformational plagiocephaly: A review. *Pediatr Nurs*. 2017; 43 (2): 59-64.
242. Neufeld S, Birkett S. What to do about flat heads: preventing and treating positional occipital flattening. *Axone*. 2000; 22 (2): 29-31.
243. Bridges SJ, Chambers TL, Pople IK. Plagiocephaly and head binding. *Arch Dis Child*. 2002; 86 (3): 144-5.
244. Kim SY, Park M-SS, Yang J-II, Yim S-YY. Comparison of helmet therapy and counter positioning for deformational plagiocephaly. *Ann Rehabil Med*. 2013; 37 (6): 785.
245. Wu Y, Wu ZF, Zhang YP, Zhao CM, Yu XM, Yang W, et al. Efficacy of sleep position correction for treating infants with positional plagiocephaly. *Chinese J Contemp Pediatr*. 2017; 19 (6): 688-92.
246. van Wijk RM, Pelsma M, Groothuis-Oudshoorn CGM, IJzerman MJ, van Vlimmeren LA, Boere-Boonekamp MM, et al. Response to Pediatric Physical Therapy in Infants With Positional Preference and Skull Deformation. *Phys Ther*. 2014; 94 (9): 1262-71.
247. Tamber MS, Nikas D, Beier A, Baird LC, Bauer DF, Durham S, et al. Congress of Neurological Surgeons Systematic Review and Evidence-Based Guideline on the Role of Cranial Molding Orthosis (Helmet) Therapy for Patients with Positional Plagiocephaly. *Neurosurgery*. 2016; 79(5): E632-633.
248. Dörhage KWW, Beck-Broichsitter BE, von Grabe V, Sonntag A, Becker ST, Wiltfang J. Therapy effects of head orthoses in positional plagiocephaly. *J Cranio-Maxillofacial Surg*. 2016; 44 (10): 1508-14.
249. Goh JL, Bauer DF, Durham SR, Stotland MA, Surgery P. Orthotic (helmet) therapy in the treatment of plagiocephaly. *Neurosurg Focus*. 2013; 35 (4): 1-6.
250. Xia JJ, Kennedy KA, Teichgraeber JF, Wu KQ, Baumgartner JB, Gateno J. Non-surgical treatment of deformational plagiocephaly: a systematic review. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2008; 162 (8): 719-27.

251. Binkiewicz-Glińska A, Mianowska A, Sokołów M, Reńska A, Ruckeman-Dziurdzińska K, Bakula S, et al. Early diagnosis and treatment of children with skull deformations. The challenge of modern medicine. *Dev period Med*. 2016; 20 (4): 289-95.
252. Kluba S, Lypke J, Kraut W, Krimmel M, Haas-Lude K, Reinert S, et al. Preclinical pathways to treatment in infants with positional cranial deformity. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2014; 43 (10): 1171-5.
253. Hinken L, Willenborg H, Dávila LA, Daentzer D. Outcome analysis of molding helmet therapy using a classification for differentiation between plagiocephaly, brachycephaly and combination of both. *J Cranio-Maxillofacial Surg*. 2019; 47 (5): 720-5.
254. Lam S, Pan I-W, Strickland BA, Hadley C, Daniels B, Brookshier J, et al. Factors influencing outcomes of the treatment of positional plagiocephaly in infants: a 7-year experience. *J Neurosurg Pediatr*. 2017; 19 (3): 273-81.
255. Clarren SK, Smith DW, Hanson JW. Helmet treatment for plagiocephaly and congenital muscular torticollis. *J Pediatr*. 1979; 94 (1): 43-6.
256. Bruner TW, David LR, Gage HD, Argenta LC. Objective outcome analysis of soft shell helmet therapy in the treatment of deformational plagiocephaly. *J Craniofac Surg*. 2004; 15 (4): 643-50.
257. Rogers GF, Miller J, Mulliken JB. Comparison of a Modifiable Cranial Cup versus Repositioning and Cervical Stretching for the Early Correction of Deformational Posterior Plagiocephaly. *Plast Reconstr Surg*. 2008; 121 (3): 941-7.
258. Kreutz M, Fitze B, Blecher C, Marcello A, Simon R, Cremer R, et al. Facial asymmetry correction with moulded helmet therapy in infants with deformational skull base plagiocephaly. *J Cranio-Maxillofacial Surg*. 2018; 46 (1): 28-34.
259. Wendling-Keim DS, Macé Y, Lochbihler H, Dietz HG, Lehner M. A new parameter for the management of positional plagiocephaly: the size of the anterior fontanelle matters. *Child's Nerv Syst*. 2020; 36 (2): 363-71.
260. Pindrik J, Ye X, Ji BG, Pendleton C, Ahn ES. Anterior fontanelle closure and size in full-term children based on head computed tomography. *Clin Pediatr (Phila)*. 2014; 53 (12): 1149-57.
261. Gump WC, Mutchnick IS, Moriarty TM. Complications associated with molding helmet therapy for positional plagiocephaly: a review. *Neurosurg Focus*. 2013; 35 (4): E3.
262. Kelly KM, Joganic EF, Beals SP, Riggs JA, McGuire MK, Littlefield TR. Helmet Treatment of Infants With Deformational Brachycephaly. *Glob Pediatr Heal*. 2018; 5:2333794X18805618
263. Hallac RR, Ajiwe T, Effendi M, Seaward JR, Kane AA. Molding Helmet Therapy for Deformational Brachycephaly. *J Craniofac Surg*. 2019; 30 (6): 1756-9.

264. Thompson JT, David LR, Wood B, Argenta A, Simpson J, Argenta LC. Outcome analysis of helmet therapy for positional plagiocephaly using a three-dimensional surface scanning laser. *J Craniofac Surg*. 2009; 20 (2): 362-5.
265. Kluba S, Kraut W, Reinert S, Krimmel M. What is the optimal time to start helmet therapy in positional plagiocephaly? *Plast Reconstr Surg*. 2011; 128 (2): 492-8.
266. Han M hyang, Kang JY, Han HY, Cho Y hwa, Jang DH. Relationship between starting age of cranial-remolding-orthosis therapy and effectiveness of treatment in children with deformational plagiocephaly. *Child's Nerv Syst*. 2017; 33 (8): 1349-56.
267. MacKel CE, Bonnar M, Keeny H, Lipa BM, Hwang SW. The Role of Age and Initial Deformation on Final Cranial Asymmetry in Infants with Plagiocephaly Treated with Helmet Therapy. *Pediatr Neurosurg*. 2017; 52 (5): 318-22.
268. Dörhage KWW, Wiltfang J, von Grabe V, Sonntag A, Becker ST, Beck-Broichsitter BE. Effect of head orthoses on skull deformities in positional plagiocephaly: Evaluation of a 3-dimensional approach. *J Cranio-Maxillofacial Surg*. 2018; 46 (6): 953-7.
269. Graham JM, Gomez M, Halberg A, Earl DL, Kreutzman JT, Cui J, et al. Management of deformational plagiocephaly: Repositioning versus orthotic therapy. *J Pediatr*. 2005; 146 (2): 258-62.
270. Paquereau J. Non-surgical management of posterior positional plagiocephaly: Orthotics versus repositioning. *Ann Phys Rehabil Med*. 2013; 56 (3): 231-49.
271. Govaert B, Michels A, Colla C, Van Der Hulst R. Molding therapy of positional plagiocephaly: Subjective outcome and quality of life. *J Craniofac Surg*. 2008; 19 (1): 56-8.
272. Lee HS, Kim SJ, Kwon JY. Parents' perspectives and clinical effectiveness of cranial-molding orthoses in infants with plagiocephaly. *Ann Rehabil Med*. 2018; 42 (5): 737-47.
273. Wilbrand JF, Wilbrand M, Malik CY, Howaldt HP, Streckbein P, Schaaf H, et al. Complications in helmet therapy. *J Cranio-Maxillofacial Surg*. 2012; 40 (4): 341-6.
274. Peterson EC, Patel KB, Skolnick GB, Pfeifauf KD, Davidson KN, Smyth MD, et al. Assessing calvarial vault constriction associated with helmet therapy in deformational plagiocephaly. *J Neurosurg Pediatr*. 2018; 22 (2): 113-9.
275. Mitchell E, Hutchison L. Plagiocephaly - More questions than answers. *New Zealand Medical J*. 2003; 116 (181): U580.
276. Renz-Polster H, De Bock F. Deformational plagiocephaly The case for an evolutionary mismatch. *Evol Med Public Heal*. 2018; 1: 180-5.
277. Jayaraman S, Fausey CM, Smith LB. Why are faces denser in the visual experiences of younger than older infants? *Dev Psychol*. 2017; 53 (1): 38-49.

278. Nakato E, Kanazawa S, Yamaguchi MK. Holistic processing in mother's face perception for infants. *Infant Behav Dev.* 2018; 50: 257-63.
279. Fausey CM, Jayaraman S, Smith LB. From faces to hands: Changing visual input in the first two years. *Cognition.* 2016; 152: 101-7.
280. Zambrzycka J, Kotsopoulos D, Lee J, Makosz S. In any way, shape, or form? Toddlers' understanding of shapes. *Infant Behav Dev.* 2017; 46: 144-57.
281. To L. Manual para su primera estimulación visual. Aurum Volatile; 2019.
282. Harris S, Daniels L. Content validity of the Harris Infant Neuromotor Test. *Phys Ther.* 1996; 76 (7): 727-37.
283. Harris S, Daniels L. Reliability and validity of the Harris Infant Neuromotor Test. *J Pediatr.* 2001; 139 (2): 249-53.
284. Harris SR, Backman CL, Mayson TA. Comparative predictive validity of the Harris Infant Neuromotor Test and the Alberta Infant Motor Scale. *Dev Med Child Neurol.* 2010; 52 (5): 462-7.
285. Baird LC, Klimo P, Flannery AM, Lingo PR, Bauer DF, Beier A, et al. Guidelines: Congress of Neurological Surgeons Systematic Review and Evidence-Based Guideline on the Management of Patients with Positional Plagiocephaly: The Role of Repositioning. *Neurosurgery.* 2016; 79 (5): E627-9.
286. Rocha NACF, Tudella E. The influence of lying positions and postural control on hand-mouth and hand-hand behaviors in 0-4-month-old infants. *Infant Behav Dev.* 2008; 31 (1): 107-14.
287. Majnemer A, Barr RG. Influence of supine sleep positioning on early motor milestone acquisition. *Dev Med Child Neurol.* 2005; 47 (6): 370-6.
288. Majnemer A, Barr RG. Association between sleep position and early motor Development. *J Pediatr.* 2006; 149 (5): 623-9.
289. F. Salmón Antón, M.A. Rodríguez Cerezo EOG. Manejo de la plagiocefalia postural. "Tiempo para mantener las buenas formas." *Boletín la Soc Vasco-Navarra pediatría.* 2007; (107): 3-15.
290. Mireault GC, Rainville BS, Laughlin B. Push or Carry? Pragmatic Opportunities for Language Development in Strollers versus Backpacks. *Infancy.* 2018; 23 (4): 616-24.
291. Anisfeld E, Casper V, Nozyce M, Cunningham N. Does Infant Carrying Promote Attachment? An Experimental Study of the Effects of Increased Physical Contact on the Development of Attachment. *Child Dev.* 1990; 61 (5): 1617-27.
292. Esposito G, Setoh P, Yoshida S, Kuroda KO. The calming effect of maternal carrying in different mammalian species. *Front Psychol.* 2015; 6: 445.

293. Lennartsson F, Nordin P. Nonsynostotic plagiocephaly: A child health care intervention in Skaraborg, Sweden. *BMC Pediatr.* 2019; 19 (1): 48.
294. Lennartsson F, Nordin P, Wennergren G. Teaching Parents How to Prevent Acquired Cranial Asymmetry in Infants. *J Pediatr Nurs.* 2016; 31 (4): e252-61.
295. Jennings J, Sarbaugh B, Payne N. Conveying the Message About Optimal Infant Positions. *Phys Occup Ther Pediatr.* 2005; 25 (3): 3-18.
296. Williams E. Preventing “Flat-headed” Babies: A Commentary on “Impact of Parent Practices of Infant Positioning on Head Orientation Profile and Development of Positional Plagiocephaly in Healthy Term Infants. *Physical Occup Ther Pediatr.* 2018; 38 (NO.1): 15-7.
297. Ravenscroft EF, Harris SR. Is maternal education related to infant motor development? *Pediatr Phys Ther.* 2007; 19 (1): 56-61.
298. Bialocerkowski AE, Vladusic SL, Howell SM. Conservative interventions for positional plagiocephaly: a systematic review. *Dev Med Child Neurol.* 2005; 47 (8): 563-70.
299. Öhman A, Nilsson S, Beckung E, Ohman A, Nilsson S, Beckung E. Stretching treatment for infants with congenital muscular torticollis: physiotherapist or parents? A randomized pilot study. *PM R.* 2010; 2 (12): 1073-9.
300. Cabrera-Martos I, Valenza MC, Benítez-Feliponi A, Robles-Vizcaíno C, Ruiz-Extremera A, Valenza-Demet G. Clinical profile and evolution of infants with deformational plagiocephaly included in a conservative treatment program. *Child's Nerv Syst.* 2013; 29 (10): 1893-8.
301. APTA. *Guide to the Physical Therapist Practice.* 3rd ed. Alexandria; 2016.
302. Kaltenborn F. *Movilización Manual de las Articulaciones.* Vol. II. OMT España; 2010.
303. Cook C. *Orthopedic Manual Therapy. An Evidence-Based Approach.* In: 2nd ed. Pearson; 2010.
304. Bialosky JE, Bishop MD, Price DD, Robinson ME, George SZ. The Mechanisms of Manual Therapy in the Treatment of Musculoskeletal Pain: A Comprehensive Model. *Man Ther.* 2010; 14 (5): 531-8.
305. Arbogast KB, Purushottam A, Friedman J, Maltese M, Tomasello M, Dormans JP. Normal Cervical Spine Range of Motion in Children 3-12 Years Old. *Spine (Phila Pa 1976).* 2007; 32 (10): E309-15.
306. Piatt JH, Grissom LE. Developmental anatomy of the atlas and axis in childhood by computed tomography. *J Neurosurg Pediatr.* 2011; 8(3): 235-43.
307. Bagagiolo D, Didio A, Sbarbaro M, Priolo C, Borro T, Farina D. Osteopathic Manipulative Treatment in Pediatric and Neonatal Patients and Disorders: Clinical Con-

- siderations and Updated Review of the Existing Literature. *Am J Perinatol*. 2016; 33 (11): 1050-4.
308. Mills M V. Consider osteopathic manipulation in next positional plagiocephaly research. *J Pediatr*. 2006; 148 (5): 706-7.
309. Cabrera-Martos I, Valenza MC, Valenza-Demet G, Benítez-Feliponi A, Robles-Vizcaíno C, Ruiz-Extremera A, et al. Effects of manual therapy on treatment duration and motor development in infants with severe nonsynostotic plagiocephaly: a randomised controlled pilot study. *Child's Nerv Syst*. 2016; 32 (11): 2211-7.
310. Biedermann H. Manual Therapy in Children: Proposals for an Etiologic Model. *J Manipulative Physiol Ther*. 2005; 28 (3): e1-15.
311. Biedermann H. Manual Therapy in Children. Churchill Livingstone Elsevier; 2004.
312. Miller JE, Benfield K. Adverse Effects of Spinal Manipulative Therapy in Children Younger Than 3 Years: A Retrospective Study in a Chiropractic Teaching Clinic. *J Manipulative Physiol Ther*. 2008; 31 (6): 419-23.
313. Parnell Prevost C, Gleberzon B, Carleo B, Anderson K, Cark M, Pohlman KA. Manual therapy for the pediatric population: A systematic review. *BMC Complement Altern Med*. 2019; 19 (1): 60.
314. Bramati-Castellarin I, Patel VB, Drysdale IP. Repeat-measures longitudinal study evaluating behavioural and gastrointestinal symptoms in children with autism before, during and after visceral osteopathic technique (VOT). *J Bodyw Mov Ther*. 2016; 20 (3): 461-70.
315. Upledger J, Vredevoogd J. *Terapia craneosacra*. Paidotribo; 2004.
316. Green C, Martin CW, Bassett K, Kazanjian A. A systematic review of craniosacral therapy: Biological plausibility, assessment reliability and clinical effectiveness. *Complement Ther Med*. 1999; 7 (4): 201-7.
317. Strojek K, Weber-Rajek M, Radzimińska A. Craniosacral therapy as a relaxation method for hyperreactivity in a child with sensory integration disorder – a case report. *Pediatr i Med Rodz*. 2017; 13 (2): 271-8.
318. Kumaresan S, Yoganandan N, Pintar FA, Maiman DJ, Kuppa S. Biomechanical study of pediatric human cervical spine: A finite element approach. *J Biomech Eng*. 2000; 122 (1): 60-71.
319. Todd AJ, Carroll MT, Robinson A, Mitchell EKL. Adverse Events Due to Chiropractic and Other Manual Therapies for Infants and Children: A Review of the Literature. *J Manipulative Physiol Ther*. 2015; 38 (9): 699-712.
320. Hawk C, Schneider MJ, Vallone S, Hewitt EG. Best Practices for Chiropractic Care of Children: A Consensus Update. *J Manipulative Physiol Ther*. 2016; 39 (3): 158-68.

321. Lessard S, Gagnon I, Trottier N. Exploring the impact of osteopathic treatment on cranial asymmetries associated with nonsynostotic plagiocephaly in infants. *Complement Ther Clin Pract*. 2011; 17 (4): 193–8.
322. Amiel-Tison C, Soyez-Papiernik E. Place de l'ostéopathie dans la correction des déformations crâniennes du nouveau-né et du jeune enfant. *Arch Pediatr*. 2007; 15: S24–30.
323. Alcantara J, Anderson R. Chiropractic care of a pediatric patient with symptoms associated with gastroesophageal reflux disease, fuss-cry-irritability with sleep disorder syndrome and irritable infant syndrome of musculoskeletal origin. *J Can Chiropr Assoc*. 2008; 52 (4): 248–55.
324. Hash JL. Deformational plagiocephaly and chiropractic care: A narrative review and case report. *J Clin Chiropr Pediatr*. 2014; 14 (2): 1131–8.
325. Davies NJ. Chiropractic management of Deformational Plagiocephaly in infants: An Alternative to Device-Dependant Therapy. *Chiropr J Aust*. 2002; 32 (2): 52–5.
326. Billi M, Greco A, Colonnelli P, Volpi G, Valente D, Galeoto GG. The functional manual therapy intervention in infants with non-synostotic plagiocephaly: A pilot study. *Minerva Pediatr*. 2017; Oct 25.
327. Walter SD, Eliasziw M, Donner A. Sample size and optimal designs for reliability studies. *Stat Med*. 1998; 17 (1): 101–10.
328. Koo TK, Li MY. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med*. 2016; 15: 155–63.
329. Leibson T, Koren G. Informed Consent in Pediatric Research. *Pediatr Drugs*. 2015; 17 (1): 5–11.
330. Gale CR, O'Callaghan FJ, Godfrey KM, Law CM, Martyn CN. Critical periods of brain growth and cognitive function in children. *Brain*. 2004; 127:321–9.
331. Gale CR, Walton S, Martyn CN. Foetal and postnatal head growth and risk of cognitive decline in old age. *Brain*. 2003; 126: 2273–8.
332. Bartholomeusz HH, Courchesne E, Karns CM. Relationship between head circumference and brain volume in healthy normal toddlers, children, and adults. *Neuropediatrics*. 2002; 33 (5): 239–41.
333. Martini M, Klausing A, Lüchters G, Heim N, Messing-Jünger M. Head circumference - a useful single parameter for skull volume development in cranial growth analysis? *Head Face Med*. 2018; 14 (1): 3.
334. Falk D, Hildebolt C, Smith K, Morwood MJ, Sutikna T, Jatmiko, et al. LB1's virtual endocast, microcephaly, and hominin brain evolution. *J Hum Evol*. 2009; 57 (5): 597–607.

335. Ivanovic DM, Leiva BP, Pérez HT, Olivares MG, Díaz NS, Urrutia MSC, et al. Head size and intelligence, learning, nutritional status and brain development: Head, IQ, learning, nutrition and brain. *Neuropsychologia*. 2004; 42 (8): 1118-31.
336. Vannucci RC, Barron TF, Lerro D, Antón SC, Vannucci SJ. Craniometric measures during development using MRI. *Neuroimage*. 2011; 56 (4): 1855-64.
337. Harris SR. Measuring head circumference: Update on infant microcephaly. *Can Fam Physician*. 2015; 61 (8): 680-4.
338. Webb SJ, Nalty T, Munson J, Brock C, Abbott R, Dawson G. Rate of Head Circumference Growth as a Function of Autism Diagnosis and History of Autistic Regression. *J Child Neurol* 2007; 22: 1182-90.
339. Mortenson PA, Steinbok P. Quantifying Positional Plagiocephaly: reliability and validity of anthropometric measurements. *J Craniofac Surg*. 2006; 17 (3): 413-419.
340. Mendonca DA, Naidoo SD, Skolnick G, Skladman R, Woo AS. Comparative study of cranial anthropometric measurement by traditional calipers to computed tomography and three-dimensional photogrammetry. *J Craniofac Surg*. 2013; 24 (4): 1106-10.
341. Skolnick GB, Naidoo SD, Nguyen DC, Patel KB, Woo AS. Comparison of Direct and Digital Measures of Cranial Vault Asymmetry for Assessment of Plagiocephaly. *J Craniofac Surg*. 2015; 26 (6): 1900-3.
342. Cho IK, Eom JR, Lee JW, Yang JD, Chung HY, Cho BC, et al. A Clinical Photographic Method to Evaluate the Need for Helmet Therapy in Deformational Plagiocephaly. *J Craniofac Surg*. 2017; 29 (1): 149-52.
343. Atmosukarto I, Shapiro LG, Starr JR, Heike CL, Collett B, Cunningham ML, et al. Three-dimensional head shape quantification for infants with and without deformational plagiocephaly. *Cleft Palate-Craniofacial J*. 2010; 47 (4): 368-77.
344. Nahles S, Klein M, Yacoub A, Neyer J. Evaluation of positional plagiocephaly: Conventional anthropometric measurement versus laser scanning method. *J Cranio-Maxillofacial Surg*. 2018; 46 (1): 11-21.
345. Netherway DJ, Abbott AH, Gulamhuseinwala N, McGlaughlin KL, Anderson PJ, Townsend GC, et al. Three-dimensional computed tomography cephalometry of plagiocephaly: Asymmetry and shape analysis. *Cleft Palate-Craniofacial J*. 2006; 43 (2): 201-10.
346. Skolnick GB, Naidoo SD, Patel KB, Woo AS, Nguyen DC, Patel KB, et al. Analysis of Digital Measures of Cranial Vault Asymmetry for Assessment of Plagiocephaly. *J Craniofac Surg*. 2014; 25 (4): 1178-82.
347. Skolnick GB, Naidoo SD, Nguyen DC, Patel KB, Woo AS. Evidence for use of frontozygomaticus and contralateral eurion as hand-caliper landmarks for assessment of deformational plagiocephaly. *J Craniofac Surg*. 2016; 27 (6): 1498-500.

348. Hutchison BL, Stewart AW, de Chalain TB, Mitchell EA. A randomized controlled trial of positioning treatments in infants with positional head shape deformities. *Acta Paediatr Int J Paediatr*. 2010; 99 (10): 1556-60.
349. Mulliken JB. Analysis of posterior plagiocephaly: Deformational versus synostotic. *Plast Reconstr Surg*. 1999; 103 (2): 371-80.
350. Seruya M, Oh AK, Taylor JH, Sauerhammer TM, Rogers GF. Helmet treatment of deformational plagiocephaly: The relationship between age at initiation and rate of correction. *Plast Reconstr Surg*. 2013; 13 (1): 55e-61e.
351. Wilbrand JF, Kaps K, Tabak D, Bierther U, Wilbrand M, Neubauer BA, et al. Normal Head Shape Parameters in the First 2 Years of Life and Effect of Helmet Therapy. *Neuropediatrics*. 2017; 48 (6): 432-41.
352. Weissler EH, Sherif RD, Taub PJ. An Evidence-Based Approach to Nonsynostotic Plagiocephaly. *Plast Reconstr Surg*. 2016; 138 (4): 682e-689e.
353. Seager A, French H, Meldrum D. Measurement properties of instruments for assessment of cervical spine function in infants with torticollis: a systematic review. *Eur J Pediatr*. 2019; 178 (5): 657-71.
354. Öhman A, Nilsson S, Lagerkvist AL, Beckung E, Ohman A, Nilsson S, et al. Are infants with torticollis at risk of a delay in early motor milestones compared with a control group of healthy infants? *Dev Med Child Neurol*. 2009; 51 (7): 550-1.
355. Schertz M, Zuk L, Green D. Long-term neurodevelopmental follow-up of children with congenital muscular torticollis. *J Child Neurol*. 2013; 28 (10): 1215-21.
356. Tessmer A, Mooney P, Pelland L. A developmental perspective on congenital muscular torticollis: A critical appraisal of the evidence. *Pediatr Phys Ther*. 2010; 22 (4): 378-83.
357. Yu CC, Wong FH, Lo LJ, Chen YR. Craniofacial deformity in patients with uncorrected congenital muscular torticollis: An assessment from three-dimensional computed tomography imaging. *Plast Reconstr Surg*. 2004; 113 (1): 24-33.
358. Murgia M, Venditto T, Paoloni M, Hodo B, Alcuri R, Bernetti A, et al. Assessing the cervical range of motion in infants with positional plagiocephaly. *J Craniofac Surg*. 2016; 27 (4): 1060-4.
359. Ohman A, Mårdbrink EL, Stensby J, Beckung E. Evaluation of treatment strategies for muscle function in infants with congenital muscular torticollis. *Physiother Theory Pract*. 2011; 27 (7): 463-70.
360. Knight SJ, Anderson VA, Meara JG, Da Costa AC. Early neurodevelopment in infants with deformational plagiocephaly. *J Craniofac Surg*. 2013; 24 (4): 1225-8.
361. Morales-Monforte E, Bagur-Calafat C, Suc-Lerin N, Fornaguera-Martí M, Cazorla-Sánchez E, Girabent-Farrés M. The Spanish version of the Alberta Infant Motor Scale: Validity and reliability analysis. *Dev Neurorehabil*. 2017; 20 (2): 76-82.

362. Piper MC, Darrah J. Motor Assessment of the developing infant. Saunders, Philadelphia.; 1995.
363. Piper MC, Pinnell LE, Darrah J, Maguire T, Byrne PJ. Construction and validation of the Alberta Infant Motor Scale (AIMS). *Can J Public Heal.* 1992; 83: S46-50.
364. Darrah J, Piper M, Watt M-J. Assessment of gross motor skills of at-risk infants: predictive validity of the Alberta Infant Motor Scale. *Dev Med Child Neurol.* 2008; 40 (7): 485-91.
365. Murcia González A. Plagiocefalia posicional: Exploración y tratamiento de fisioterapia. *Rev Fisioter.* 2007; 6 (2): 35-44.
366. Naidoo SD, Cheng A-L. Long-Term Satisfaction and Parental Decision Making About Treatment of Deformational Plagiocephaly. *J Craniofac Surg.* 2014; 25 (1): 160-5.
367. Steinbok P, Lam D, Singh S, Mortenson PA, Singhal A. Long-term outcome of infants with positional occipital plagiocephaly. *Child's Nerv Syst.* 2007; 23 (11): 1275-83.
368. Hoffman C, Yuan M, Boyke AE, O'Connor A, Haussner T, Perera I, et al. Impact of an advanced practice provider-directed plagiocephaly clinic for neurosurgical practices. *J Neurosurg Pediatr.* 2019; 29: 1-4.
369. Collins N, Crossley KM, Beller E, Darnell R, McPoil TG, Vicenzino B. Foot orthoses and physiotherapy in the treatment of patellofemoral pain syndrome: randomised clinical trial. *Br J Sports Med.* 2009; 43 (3): 169-71.
370. Wittmeier K, Mulder K. Time to revisit tummy time: A commentary on plagiocephaly and development. *Paediatr Child Heal.* 2017; 22 (3): 159-61.
371. Giammatteo T, Giammateo S. Integrative manual therapy for biomechanics. Application of muscle energy and "beyond" technique. Vol. III. Berkeley: North Atlantic Books; 2003.
372. Arbuckle B. *Ostéopathie crânienne pour le nouveau-né et l'enfant.* Editions Sully; 2005.
373. Pierce-Talsma S, Peña N. Condylar decompression technique for infants. *J Am Osteopath Assoc.* 2017; 117 (11): e136.
374. Carreiro JE. *Pediatric Manual Medicine. An osteopathic approach.* Churchill Livingstone Elsevier; 2009.
375. Koo TK, Li MY. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med.* 2016; 15 (2): 155-63.
376. WHO. Multicentre Growth Reference Study Group. WHO Child Growth Standards based on length/height, weight and age. *Acta Paediatr (Oslo, Norw)* 1992). 2006; 450: 76-85.

377. Kunz F, Schweitzer T, Dörr A, Waßmuth N, Stellzig-Eisenhauer A, Böhm H, et al. Craniofacial growth in infants with deformational plagiocephaly: does prematurity affect the duration of head orthosis therapy and the extent of the reduction in asymmetry during treatment? *Clin Oral Investig*. 2019; Dec7 (Online ahead of print).
378. Liddle SD, Pennick V. Interventions for preventing and treating pelvic and back pain in pregnancy. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015; 30 (9): CD001139.
379. Hernández-Martínez A, Martínez-Galiano JM, Rodríguez-Almagro J, Delgado-Rodríguez M, Gómez-Salgado J. Evidence-based birth attendance in Spain: Private versus public centers. *Int J Environ Res Public Health*. 2019; 12; 16 (5): pii: E894.
380. Zeevenhooven J, Browne PD, L'Hoir MP, de Weerth C, Benninga MA. Infant colic: mechanisms and management. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2018; 15 (8): 479-96.
381. Indrio F, Dargenio VN, Giordano P, Francavilla R. Preventing and Treating Colic. *Adv Exp Med Biol*. 2019; 1125: 49-65.
382. García Marqués S, Chillón Martínez R, González Zapata S, Rebollo Salas M, Jiménez Rejano JJ. Tools assessment and diagnosis to infant colic: a systematic review. *Child Care Health Dev*. 2017; 43 (4): 481-8.
383. D'Souza D, D'Souza H, Horvath K, Plunkett K, Karmiloff-Smith A. Sleep is atypical across neurodevelopmental disorders in infants and toddlers: A cross-syndrome study. *Res Dev Disabil*. 2020; 97: 103549.
384. Hussein MA, Woo T, Yun IS, Park H, Kim YO. Analysis of the correlation between deformational plagiocephaly and neurodevelopmental delay. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg*. 2018; 71 (1): 112-7.
385. Knudsen B, Christensen K, Baagøe S, Hoppe P, Juhl C, Buus L, et al. Positional plagiocephaly in infants can be prevented. *Ugeskr Laeger*. 2011; 173 (9): 644-8.
386. Chizawsky LLK, Scott-Findlay S. Tummy time! Preventing unwanted effects of the "Back to Sleep" campaign. *AWHONN Lifelines*. 2005; 9 (5): 382-7.
387. Cheng JCY, Tang SP, Chen TMK, Wong MWN, Wong EMC. The clinical presentation and outcome of treatment of congenital muscular torticollis in infants--a study of 1,086 cases. *J Pediatr Surg*. 2000; 35 (7): 1091-6.
388. Öhman AM, Beckung ERE. Reference values for range of motion and muscle function of the neck in infants. *Pediatr Phys Ther*. 2008; 20 (1): 53-8.
389. Christensen C, Landsettle A, Antoszewski S, Ballard BB, Carey H, Pax Lowes L. Conservative management of congenital muscular torticollis: An evidence-based algorithm and preliminary treatment parameter recommendations. *Phys Occup Ther Pediatr*. 2013; 33 (4): 453-66.

390. Albuquerque PL de, Guerra MQ de F, Lima M de C, Eickmann SH. Concurrent validity of the Alberta Infant Motor Scale to detect delayed gross motor development in preterm infants: A comparative study with the Bayley III. *Dev Neurorehabil.* 2018; 21 (6): 408-14.
391. Di Chiara A, La Rosa E, Ramieri V, Vellone V, Cascone P. Treatment of Deformational Plagiocephaly With Physiotherapy. *J Craniofac Surg.* 2019; 30 (7): 2008-13.
392. Klackenberg EP, Elfving B, Haglund-Åkerlind Y, Carlberg EB. Intra-rater reliability in measuring range of motion in infants with congenital muscular torticollis. *Adv Physiother.* 2005; 7 (2): 84-91.
393. Öhman AM, Perbeck Klackenberg EB, Beckung ERE, Haglund-Akerlind Y. Functional and cosmetic status after surgery in congenital muscular torticollis. *Adv Physiother.* 2005; 7 (3): 182-7.
394. Öhman AM, Nilsson S, Beckung ERE. Validity and reliability of the muscle function scale, aimed to assess the lateral flexors of the neck in infants. *Physiother Theory Pract.* 2009; 25 (2): 129-37.
395. Kaplan SL, Coulter C, Feters L. Physical therapy management of congenital muscular torticollis: An evidence-based clinical practice guideline: From the section on pediatrics of the American Physical Therapy Association. Vol. 25, *Pediatric Physical Therapy.* 2013; 25: 348-94.
396. Kluba S, Kraut W, Calgeer B, Reinert S, Krimmel M, Bialocerkowski AE, et al. Treatment of positional plagiocephaly--helmet or no helmet? *J Craniomaxillofac Surg.* 2014; 42 (5): 683-8.
397. Keklicek H, Uygur F. A randomized controlled study on the efficiency of soft tissue mobilization in babies with congenital muscular torticollis. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2018; 31 (2): 315-21.
398. Naidoo SD, Skolnick GB, Patel KB, Woo AS, Cheng AL. Long-term outcomes in treatment of deformational plagiocephaly and brachycephaly using helmet therapy and repositioning: a longitudinal cohort study. *Child's Nerv Syst.* 2015; 31 (9): 1547-52.
399. Sargent B, Kaplan SL, Coulter C, Baker C. Congenital muscular torticollis: Bridging the gap between research and clinical practice. *Pediatrics.* 2019; 144 (2): pii: e20190582.
400. Çevik S, Işık S, Özkılıç A. The role of age on helmet therapy in deformational plagiocephaly and asymmetric brachycephaly. *Child's Nerv Syst.* 2020; 36:803-810.



# ANEXOS



Dña. María González Hincos, Secretaria del CEIC Aragón (CEICA)

## CERTIFICA

**1º.** Que el CEIC Aragón (CEICA) en su reunión del día 25/10/2017, Acta Nº 18/2017 ha evaluado la propuesta del Trabajo:

**Título: Eficacia de la terapia manual pediátrica en el tratamiento de la plagiocefalia deformacional posterior.**

**Alumno: Ignacio Pastor Pons**

**Directores: José Miguel Tricas y Orosia Lucha**

**Centro de realización: CS Delicias Sur, CS Universitas, CS Delicias Norte**

**Versión protocolo: Versión 2. Octubre/2017.**

**Versión documento de información y consentimiento: Versión 2. Octubre/2017**

**2º.** Considera que

- El proyecto se plantea siguiendo los requisitos de la Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación Biomédica y los principios éticos aplicables.
- El Tutor/Director garantiza la confidencialidad de la información, la correcta obtención del consentimiento informado, el cumplimiento de la LOPD y la correcta utilización de los recursos materiales necesarios para su realización.

**3º.** Por lo que este CEIC emite **DICTAMEN FAVORABLE a la realización del proyecto.**

Lo que firmo en Zaragoza, a 25 de octubre de 2017

GONZALEZ HINJOS

MARIA - DNI 03857456B

Firmado digitalmente por

GONZALEZ HINJOS MARIA - DNI

03857456B

Fecha: 2017.10.26 10:05:33 +02'00'

María González Hincos  
Secretaria del CEIC Aragón (CEICA)



## ANEXO 2

### INFORMACIÓN AL PACIENTE

#### INTRODUCCIÓN

Nos dirigimos a usted para informarle sobre un estudio de investigación en el que se invita a su hijo y a usted a participar.

Nuestra intención es que usted reciba la información correcta y suficiente para que pueda evaluar y juzgar si quiere que su hijo y usted participen en este estudio. Para ello lea esta hoja informativa con atención y nosotros le aclararemos las dudas que le puedan surgir después de la explicación. Además, puede consultar con las personas que considere oportuno (su cónyuge, médico de familia, etc.).

#### PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA

Debe saber que la participación de su hijo, en este estudio, es voluntaria y que usted puede decidir que no participe o cambiar su decisión y retirar su consentimiento en cualquier momento.

#### DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

Su médico le ha informado de que su hijo padece un aplanamiento de la cabeza, con una asimetría entre los dos lados del cráneo. El diagnóstico de esta alteración es el de plagiocefalia. Las causas de esta deformación están normalmente relacionadas con posiciones particulares del feto en la pelvis materna o asimetría en las presiones que el bebé sufre cuando está tumbado bocaarriba.

Algunas de estas alteraciones mejoran con el paso el tiempo en el que el bebé pasa más tiempo bocabajo, pero otras dejan una asimetría craneal y facial que puede afectar al desarrollo del niño, a su estética o al correcto desarrollo de los dientes en un futuro.

Los protocolos internacionales recomiendan la fisioterapia pediátrica para prevenir y tratar este tipo de deformaciones, pero dentro de la fisioterapia hay diferentes opciones para tratar estos problemas.

De momento, el tratamiento que ha mostrado ayudar a los niños es la educación de los padres para reducir el tiempo boca arriba y la estimulación. Pero en este estudio se va a poner en marcha una intervención nueva que podría ayudar más pero que tiene que ser probada para asegurar sus efectos.

Por ello se está realizando un estudio con la participación de diferentes centros médicos en Zaragoza que tratará de evaluar el efecto de un protocolo específico de fisioterapia manual pediátrica sobre la deformidad de la cabeza y la rotación del cuello del bebé, en un proceso de unas 10 semanas.

Su hijo será asignado aleatoriamente a uno de los dos grupos de tratamiento. Uno en el que se realizará una intervención con terapia manual pediátrica y un protocolo de fisioterapia educativa y otro en el que se realizará exclusivamente un protocolo de fisioterapia educativa. La fisioterapia educativa consiste en una serie de recomendaciones que han demostrado eficacia en la prevención y el tratamiento de la plagiocefalia.

En el caso de que su hijo/a esté en el grupo de fisioterapia educativa, al terminar el periodo de estudio. Si lo desean, su hijo/a podrá ser con la nueva intervención.

Usted y su hijo/a son invitados a participar en este estudio solo cuando su médico crea interesante una intervención de fisioterapia puede ayudar y prevenir en la normalización de la forma de la cabeza del niño.

En este estudio se realizarán diferentes mediciones sobre aspectos relevantes del estado de la cabeza y el cuello de su hijo/a: un cuestionario clínico, una medición de la forma de la cabeza del niño, una evaluación de la movilidad cervical (del cuello) y un examen de neurodesarrollo. Estas medidas serán tomadas 3 veces. El día inicial, al día siguiente y al final tras 10 semanas. Para ello se tomarán imágenes de la cabeza y del niño en distintas situaciones de medición para luego ser analizadas de forma digital.

El estudio consta de dos visitas de evaluación inicial y recogida de datos. 10 sesiones de tratamiento una vez a la semana en el grupo de intervención y una visita mensual para el grupo educativo. Los tratamientos tendrán una duración de 20 minutos. Y una visita final de medición al final.

Para el tratamiento el fisioterapeuta puede necesitar que se desvista parcialmente al bebé.

Usted podrá llevar a su hijo/a al médico en cualquier momento, ante cualquier duda o si observa que no mejora. Finalmente se requerirá el acceso a la historia clínica de su hijo/a durante la participación en el estudio para localizar datos que nos ayuden a comprender factores que han podido afectar a la plagiocefalia en el entorno perinatal.

El estudio también tiene en cuenta los efectos a largo plazo de la plagiocefalia por lo que los investigadores podrían ponerse en contacto con usted en el futuro (en algunos años) para interesarse o medir el desarrollo de su hijo. Usted tendrá todo el derecho para participar o no en el futuro a este requerimiento.

## **BENEFICIOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA PARTICIPACIÓN DE SU HIJO/A EN EL ESTUDIO**

Los protocolos de actuación para la plagiocefalia en distintos países recomiendan el uso de fisioterapia pediátrica. Los datos afirman que es una intervención positiva junto a los cambios de posición del bebé para evitar que la cabeza esté sobreapoyada en el mismo lugar de forma constante.

Los beneficios de una intervención precoz son claros, por la mejora de la movilidad del cuello y la disminución de las presiones sobre la cabeza, que permiten que crezca de una forma normalizada.

El tratamiento manual que se propone es extremadamente suave y no pone en riesgo la integridad de la cabeza o el cuello o la espalda del niño. Algunos niños podrían llorar durante el tratamiento por ligeras molestias, por tener su cabeza en manos de un extraño para ellos, o por otras causas como hambre o sueño sin vinculación con el tratamiento. Otros bebés podrían dormir tranquilamente durante el tratamiento, porque éste se realiza de forma tranquila o relajada. También podría enfadarse o llorar mientras le toman medidas en la cabeza solo por el hecho de estar sujetado.

Los riesgos del tratamiento son por tanto mínimos.

## **CONFIDENCIALIDAD**

El tratamiento, la comunicación y la cesión de datos de carácter personal de todos los sujetos participantes se ajustará a lo dispuesto en la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal y el Real Decreto 1720/2007 de 21 de diciembre por medio del cual se desarrolla dicha ley. De acuerdo a lo que establece la legislación mencionada, usted puede ejercer los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación de datos, para lo cual deberá dirigirse al director del estudio en:

**Instituto de Terapias Integrativas**

Calle San Miguel 16, Entlo. Dcha. 50001 Zaragoza

iti.zaragoza@gmail.com

Los datos e imágenes recogidos para el estudio estarán identificados mediante un código y sólo el director del estudio/colaboradores podrán relacionar dichos datos con su hijo/a y con su historia clínica. Por lo tanto, su identidad no será revelada a persona alguna salvo excepciones, en caso de urgencia médica o requerimiento legal.

Los datos del estudio se podrán transmitir a terceros en otros países aunque en ningún caso contendrán información que le pueda identificar directamente, como nombre y apellidos, iniciales, dirección, etc. En el caso de que se produzca esta cesión, será para los mismos fines del estudio descrito y garantizando la confidencialidad el máximo nivel de protección posible según la legislación vigente. Puede que los datos del estudio sean publicados en el entornomédico.

El acceso a la información personal de su hijo quedará restringido al director del estudio/colaboradores, autoridades sanitarias, Comunidades Autónomas (inspección), al Comité Ético de Investigación Clínica y personal autorizado por el promotor, cuando lo

precisen para comprobar los datos y procedimientos del estudio, pero siempre manteniendo la confidencialidad de los mismos de acuerdo a la legislación vigente.

## **COMPENSACIÓN ECONÓMICA**

Este es un ensayo clínico realizado en circunstancias de práctica ambulatoria, en el cual no habrá compensación económica para los padres de los pacientes, ni investigadores, ni fisioterapeutas, ni médicos participantes.

## ESTUDIO CUALITATIVO

El equipo de investigación podría contactar con ustedes para conocer sus percepciones y actitudes sobre el tratamiento.

## OTRA INFORMACIÓN RELEVANTE

Cualquier nueva información referente la investigación y que pueda afectar a su disposición para participar en él, que se descubra durante su participación, le será comunicada por su médico o el director del estudio lo antes posible.

Con su consentimiento ha participar accede a que los investigadores puedan dirigirse a los pediatras la historia clínica de su hijo/a para un mejor conocimiento del niño. También acceden a que los investigadores refieran a los pediatras de su hijo la información de interés derivada de este estudio.

Si usted decide retirar el consentimiento de participación de su hijo/a, ningún dato nuevo será añadido a la base. También debe saber que su hijo/a puede ser excluido del estudio si el promotor o los investigadores lo consideran oportuno, ya sea por motivos de seguridad, por cualquier acontecimiento adverso que se produzca (enfermedad, traumatismo ocurrido fuera del centro de salud, etc.) o porque consideren que no está cumpliendo con los procedimientos establecidos (falta de asistencia a las sesiones de tratamiento, etc.) En cualquiera de los casos usted recibirá una explicación adecuada del motivo que ha ocasionado su retirada de estudio.

Al firmar la hoja de consentimiento adjunta, se compromete a cumplir con los procedimientos del estudio que se le ha expuesto. Usted recibirá una copia de esta información. Es conveniente que la tenga disponible (al menos durante el periodo del estudio) cuando le sea requerida por un profesional sanitario.

## DATOS DE CONTACTO

En caso de necesidad usted puede consultar con su médico o con el fisioterapeuta director del estudio.

### **Director del estudio**

Iñaki Pastor Pons

### **Dirección**

Instituto de Terapias Integrativas

Calle San Miguel 16 Entlo Dcha. 50001 Zaragoza inakipas@gmail.com

### **Teléfono**

665 677 723

## ANEXO 3

### CONSENTIMIENTO OTORGADO

Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud y Deporte. Universidad de Zaragoza

Rellenar por examinador	
ID Número	

Yo (nombre y apellidos del representante).....

en calidad de .....(relación existente con el paciente: padre, madre, etc.)

de .....(nombre el paciente).

He leído la hoja de información que se me ha entregado.

He podido hacer preguntas sobre el tratamiento.

He recibido respuestas satisfactorias a mis preguntas.

He recibido suficiente información sobre el tratamiento.

He hablado con ..... (fisioterapeuta responsable).

Comprendo que mi representado accede a la estrategia de tratamiento.

Comprendo que puedo retirar al menor del estudio:

1º - Cuando yo lo quiera

2º - Sin tener que dar explicaciones

3º - Sin que esto repercuta en mi atención en el Centro Sanitario

Doy mi conformidad con que .....(nombre del paciente) reciba la estrategia de tratamiento asignada del estudio Plagiocefalia.

Firma del representante legal del paciente

Firma del investigador

Nombre:

Nombre:

Fecha:

Fecha:



## ANEXO 4

### CUESTIONARIO CLÍNICO

Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud y Deporte Universidad de Zaragoza

Rellenar por examinador	
ID Número	
Fecha	

#### DATOS PERSONALES

Nombre Niño/a	
Apellidos	
Nombre del Progenitor/Tutor	
Teléfono	
Email	
Fecha Nacimiento	
Edad en Semanas	
Sexo (V - M)	
Centro de Salud	
Nombre Pediatra	
Contacto Pediatra	
Nombre Medico Referencia	
Contacto Médico Ref	

#### DATOS CLÍNICOS

Peso al nacer (gr)		
Prematuro	SI	NO
¿Qué semana?		
Ayudas a la fecundación	SI	NO
Problemas salud en embarazo	SI	NO

¿Cuáles?			
Dolores lumbares en embarazo		<b>SI</b>	<b>NO</b>
Dificultades en parto		<b>SI</b>	<b>NO</b>
¿Cuáles?			
Parto instrumental		<b>SI</b>	<b>NO</b>
¿Qué tipo?			
Tomo bien el pecho al nacer		<b>SI</b>	<b>NO</b>
Primer hijo		<b>SI</b>	<b>NO</b>
Parto gemelar o multiple		<b>SI</b>	<b>NO</b>
Colicos		<b>SI</b>	<b>NO</b>
Irritabilidad / llora mucho		<b>SI</b>	<b>NO</b>
Dificultad para coger sueño		<b>SI</b>	<b>NO</b>
Se muestra excesivamente inquieto		<b>SI</b>	<b>NO</b>
Se muestra excesivamente tranquilo / parado / quieto		<b>SI</b>	<b>NO</b>
Posición preferencial cabeza		<b>SI</b>	<b>NO</b>
Diagnostico torticolis congenita		<b>SI</b>	<b>NO</b>
Muestra limitación al giro de cabeza		<b>SI</b>	<b>NO</b>
¿A qué lado?			
Hospitalización		<b>SI</b>	<b>NO</b>
Otros problemas salud del niño		<b>SI</b>	<b>NO</b>
¿Cuáles?			
Tranportado preferentemente		<b>Carrito</b>	<b>Mochila</b>
Minutos al día boca abajo	Con 1 mes		
	2 Meses		
	3 Meses		
	4 Meses		
	5 Meses		

Referir esta hoja cumplimentada a :

**IGNACIO PASTOR PONS**

Director del Estudio

INSTITUTO DE TERAPIAS INTEGRATIVAS.

San Miguel 16 Entlo. Dcha. Zaragoza

976284470

[inakipas@gmail.com](mailto:inakipas@gmail.com)



## ANEXO 5

### TABLA DE MEDICIONES EXAMINADOR 1

Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud y Deporte. Universidad de Zaragoza

Toma de medidas			
Marcar lo que corresponda	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Fecha			
Nombre			
Id numero serie			

Items	Medición 1	Medición 2	Medición 3
Circunferencia			
Longitud (G-OP) mm			
Anchura (eU-EU) mm			
Diagonal PD mm			
Diagonal PI mm			

Cálculos	
Media longitud	
Media anchura	
Indice craneal (anc/long)	
Indice asimetria craneal de boveda	



## ANEXO 6

### TABLA DE MEDICIONES EXAMINADOR 2

Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud y Deporte. Universidad de Zaragoza

Fecha	
Nombre	
Id numero serie	

Items	Medición 1	Medición 2	Medición 3
Circunferencia			
Longitud (G-OP) mm			
Anchura (EU-EU) mm			
Diagonal PD mm			
Diagonal PI mm			

Cálculos	
Media longitud	
Media anchura	
Indice craneal (anc/long)	
Indice asimetría craneal de boveda	



## ANEXO 7

### TABLA DE MEDICIONES ROM CERVICAL

#### EXAMINADOR 1

Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud y Deporte. Universidad de Zaragoza

Toma de medidas			
Marcar lo que corresponda	1	2	3
Fecha			
Nombre			
Id numero serie			

Items	Medición
Giro a derecha	
Giro a izquierda	

#### NOTAS:

- Posición bebé: Sentado en el regazo de su madre o cuidador. Mirando hacia delante y mantenido por los costados para que no gire el tronco.
- El bebé portará un gorrito con un eje de medición antero-posterior.
- Se le estimula 3 veces a cada lado con un juguete visual y sonoro para que gire la cabeza al máximo de sus posibilidades. Se debe acompañar el estímulo hasta el máximo de la lateralización posible a cada lado
- Un asistente realizará fotos en ráfaga desde la parte superior para poder objetivar el máximo giro posible.



## ANEXO 8

### ESCALA VISUAL ANALÓGICA DE PERCEPCIÓN DE LA FORMA DE LA CABEZA

CODIGO DE IDENTIFICACIÓN

FECHA ...../...../.....

HAGA UNA MARCA VERTICAL SOBRE LA LINEA EN UN PUNTO QUE REFLEJE  
**LA PERCEPCIÓN DEL CAMBIO EN LA FORMA DE LA CABEZA**  
QUE SE HA PRODUCIDO EN SU HIJO TRAS LAS ÚLTIMAS 12 SEMANAS





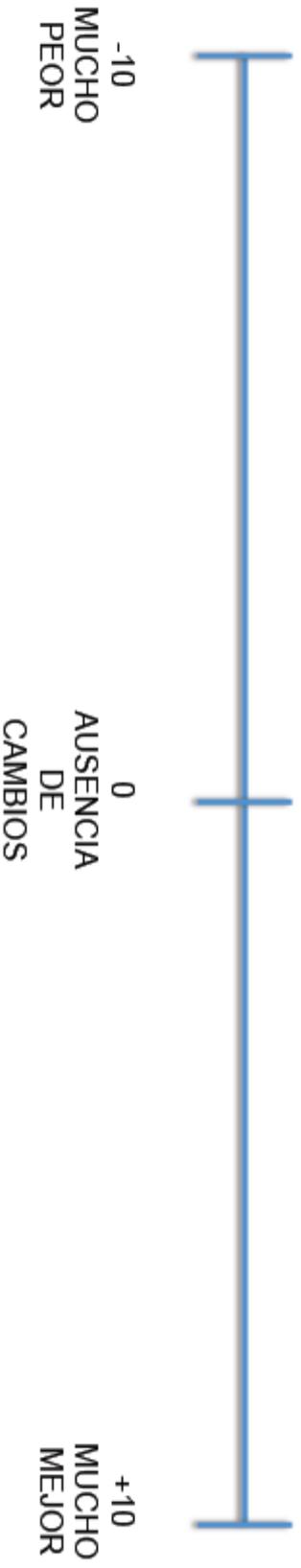
## ANEXO 9

### ESCALA VISUAL ANALÓGICA DE PERCEPCIÓN DEL MOVIMIENTO DEL CUELLO

CODIGO DE IDENTIFICACIÓN

FECHA ...../...../.....

HAGA UNA MARCA VERTICAL SOBRE LA LINEA EN UN PUNTO QUE REFLEJE  
LA PERCEPCIÓN DEL CAMBIO EN EL MOVIMIENTO DEL CUELLO  
QUE SE HA PRODUCIDO EN SU HIJO TRAS LAS ÚLTIMAS 12 SEMANAS





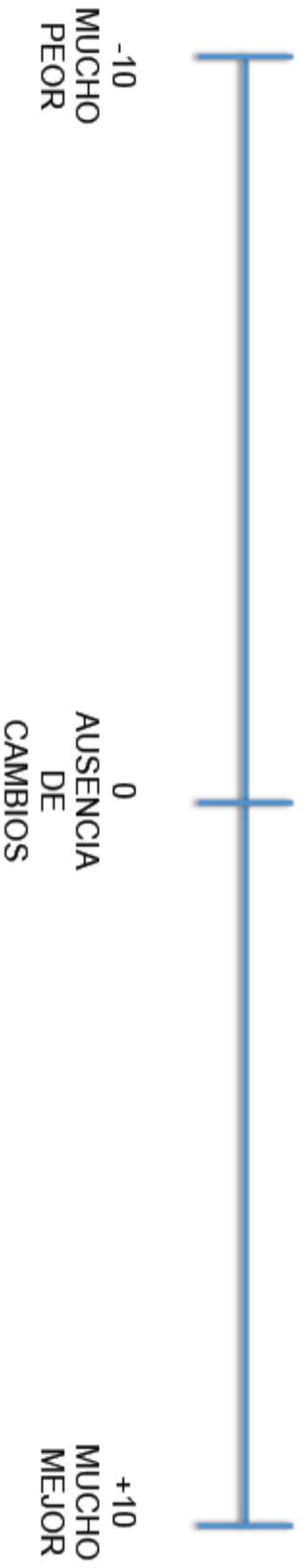
## ANEXO 10

### ESCALA VISUAL ANALÓGICA DE PERCEPCIÓN DEL CAMBIO GLOBAL

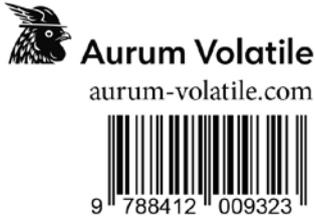
CODIGO DE IDENTIFICACIÓN

FECHA ...../...../.....

HAGA UNA MARCA VERTICAL SOBRE LA LINEA EN UN PUNTO QUE REFLEJE  
**LA PERCEPCIÓN DEL CAMBIO GLOBAL**  
QUE SE HA PRODUCIDO EN SU HIJO TRAS LAS ÚLTIMAS 12 SEMANAS







Escala de motricidad infantil de  
**Alberta**  
 Ficha de evaluación

		Día    Mes    Año
Nombre .....	Fecha de evaluación	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Nº de identificación .....	Fecha de nacimiento	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Examinador .....	Edad cronológica	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Lugar de evaluación .....	Edad corregida	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>

	Ítems previos observados	Ítems observados en ventana	Resultado de la subescala
Decúbito prono			
Decúbito supino			
Sedestación			
Bipedestación			

Resultado total     Percentil

**Comentarios/Recomendaciones**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



# Escala de motricidad infantil de Alberta

ANÁLISIS					
<p><b>DECÚBITO PRONO</b></p> <p>.....</p> <p><b>Valor posicional</b></p>	<p>Decúbito prono (1)</p>  <p>Flexión fisiológica. Gira la cabeza para liberar la nariz de la superficie.</p>	<p>Decúbito prono (2)</p>  <p>Levanta la cabeza de forma asimétrica a 45°. No puede mantener la cabeza en la línea media.</p>	<p>Apoyo en prono</p>  <p>Codos detrás de los hombros. Levanta la cabeza a 45° sin poder sostenerla.</p>	<p>Soporte en antebrazos (1)</p>  <p>Levanta y mantiene la cabeza a más de 45°. Codos a la altura de los hombros. Pecho elevado sobre la superficie de apoyo.</p>	<p>Movilidad en prono</p>  <p>Cabeza hasta 90°. Traslados de peso sin control.</p> <p>Soporte en antebrazos (2)</p>  <p>Codos por delante de los hombros. Lleva el mentón activamente hacia el pecho, elongando el cuello.</p>
<p><b>DECÚBITO SUPINO</b></p> <p>.....</p> <p><b>Valor posicional</b></p>	<p>Decúbito supino (1)</p>  <p>Flexión fisiológica. Rotación de la cabeza. Mano a la boca. Movimientos aleatorios de brazos y piernas.</p>	<p>Decúbito supino (3)</p>  <p>Cabeza en línea media. Mueve los brazos pero es incapaz de llevar las manos a la línea media.</p> <p>Decúbito supino (2)</p>  <p>Rotación de cabeza hacia la línea media. Egrimita no forzado ni obligatorio.</p>	<p>Decúbito supino (4)</p>  <p>Flexores de cuello activos. Mentón hacia el pecho. Lleva las manos a la línea media.</p>	<p>Manos a las rodillas</p>  <p>Mentón hacia el pecho. Alcanza las rodillas con las manos. Abdomen activo.</p>	
<p><b>SEDESTACIÓN</b></p> <p>.....</p> <p><b>Valor posicional</b></p>	<p>Sedestación con sostén</p>  <p>Levanta y mantiene brevemente la cabeza en la línea media.</p>	<p>Sedestación con apoyo de brazos</p>  <p>Mantiene la cabeza en la línea media. Soporta el peso con los brazos brevemente.</p>	<p>Tracción de supino a sedestación</p>  <p>Mentón hacia el pecho; cabeza alineada con el tronco o por delante.</p>		
<p><b>BIPEDESTACIÓN</b></p> <p>.....</p> <p><b>Valor posicional</b></p>	<p>Bipedestación con sostén (1)</p>  <p>Puede flexionar cadera y rodilla de manera intermitente.</p>	<p>Bipedestación con sostén (2)</p>  <p>Cabeza alineada con el cuerpo. Caderas detrás de los hombros. Movimiento variable de las piernas.</p>			



Soporte con codos extendidos



Codos extendidos, mentón hacia el torax y pecho elevado sobre la superficie. Transferencia lateral del peso.

Alcance desde soporte en antebrazo



Cambio de peso activo hacia un lado. Alcance controlado con el brazo libre.

Cuadrupedia (1)



Caderas flexionadas, abducidas y en rotación externa. Lordosis lumbar. Mantiene la posición.

Volteo de prono a supino sin rotación



Movimiento iniciado por la cabeza. El tronco se mueve en bloque sin disociación de cinturas.

Pivote



Pivota. Movimiento en brazos y piernas. Flexión lateral de tronco.

Natación



Patrón de extensión activa.

Volteo de prono a supino con rotación



Rotación de tronco.

Manos a los pies



Puede mantener las piernas en un rango medio. Movilidad de la pelvis presente.

Voltea de supino a prono sin rotación



Enderezamiento lateral de la cabeza. El tronco se mueve como una unidad.

Volteo de supino a prono con rotación



Rotación de tronco.

Extensión activa



Se empuja hacia la extensión con las piernas.

Sedestación insostenible



Aducción escapular y extensión humeral. No es capaz de mantener la posición.

Sedestación con apoyo de brazos



Columna torácica en extensión. Movimientos de cabeza independientes de tronco; apoyo con codos extendidos.

Sedestación inestable sin apoyo de brazos



No puede dejarse solo indefinidamente en sedestación.

Traslado de peso en sedestación inestable



Desplaza el peso adelante, atrás o lateralmente. No puede dejarse solo en sedestación.

Sedestación sin apoyo de brazos (1)



Los brazos se mueven lejos del cuerpo. Puede jugar con un objeto. Puede mentenarse solo en sedestación.

Alcance con rotación en sedestación



Se sienta de forma autónoma. Alcanza objetos con rotación de tronco.

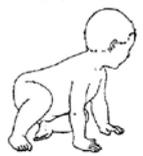
Bipedestación con sostén (3)



Caderas alineadas con los hombros. Control activo del tronco. Movimientos variables de piernas.



<p><b>Decúbito lateral con apoyo</b></p>  <p>Disociación de piernas. Estabilidad escapular. Rotación del eje corporal.</p>	<p><b>Gateo contralateral (1)</b></p>  <p>Caderas en abducción y rotación externa. Lordosis lumbar. Traslado de peso de un lado a otro con flexión lateral del tronco.</p>	<p><b>Cuadrupedia (2)</b></p>  <p>Rodillas a la altura de las caderas. Aplanamiento de la columna lumbar.</p>
<p><b>Arrastre contralateral</b></p>  <p>Movimientos contralaterales de brazos y piernas con rotación de tronco.</p>	<p><b>Paso de cuadrupedia a sedestación o semisedestación</b></p>  <p>Juega entrando y saliendo de la posición. Puede llegar a sentarse.</p>	<p><b>Alcance desde soporte con codos extendidos</b></p>  <p>Alcanza con codo extendido. Rotación de tronco.</p>
		<p><b>Cuadrupedia modificada</b></p>  <p>Juega en esta posición. Puede desplazarse hacia adelante.</p>

<p><b>Sedestación hacia prono</b></p>  <p>Sale de la sedestación hacia decúbito prono. Tracción con los brazos; piernas inactivas.</p>	<p><b>Sedestación hacia cuadrupedia</b></p>  <p>Levanta activamente las nalgas y la pierna libre para adoptar la cuadrupedia.</p>	<p><b>Sedestación sin apoyo de brazos (2)</b></p>  <p>La posición de las piernas varía. Sale y entra fácilmente de la posición.</p>
---	--	--

<p><b>Tira para ponerse de pie con apoyo</b></p>  <p>Empuja hacia abajo con los brazos y extiende las rodillas.</p>	<p><b>Tira para ponerse de pie. Se mantiene de pie</b></p>  <p>Tira para ponerse de pie: traslada el peso de lado a lado.</p>	<p><b>Bipedestación con apoyo y rotación</b></p>  <p>Rotación de tronco y pelvis.</p>	<p><b>Desplazamiento sin rotación</b></p>  <p>Marcha lateral sin rotación.</p>	<p><b>Posición de caballero</b></p>  <p>Puede elegir ponerse de pie o jugar en esa posición.</p>	<p><b>Descenso controlado desde bipedestación</b></p>  <p>Desde la bipedestación baja de forma controlada.</p>
--	--	--	--	---	---



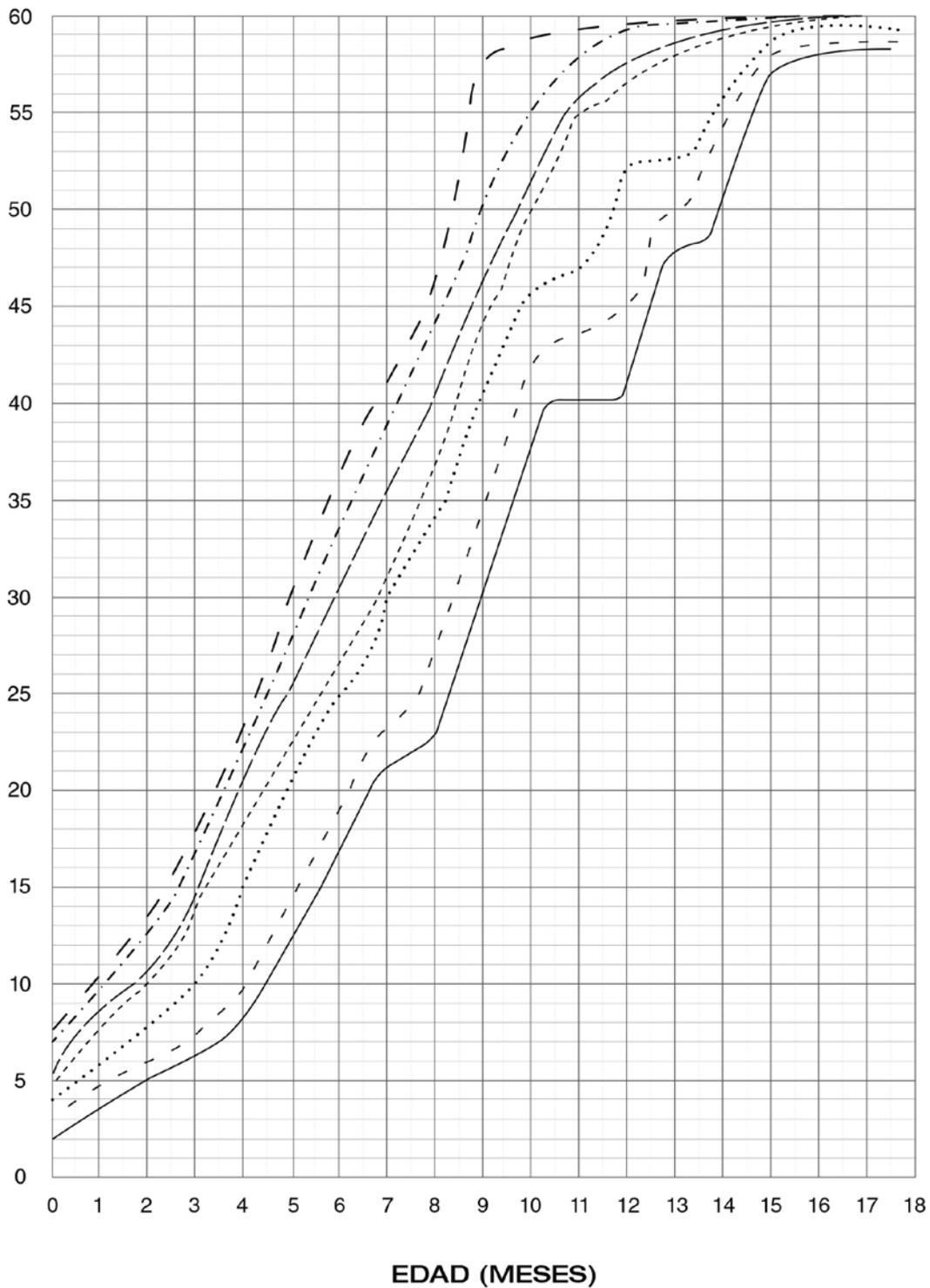
# Rango de percentiles

Nombre.....

Nº de identificación.....

Examinador.....

Fecha.....



PUNTUACIÓN AIMS

— 5    - - 10    ..... 25    - · - · 50    - - - 75    - · - · 90    - - 95



## PASAR ratos sobre la barriguita

Deberán pasarse tiempos de juego y estimulación con el niño apoyado sobre su barriguita. Estos tiempos mejoran el desarrollo del niño que tiene que adquirir más control de su cabeza y una mejor organización postural que le permita luego otras fases de desarrollo como alcanzar juguetes o gatear.

## ¡Se puede CORREGIR!

Cuando los lactantes presentan una plagiocefalia posicional, esto es, una deformación asimétrica de la parte posterior de la cabeza como consecuencia de haberlo mantenido constantemente boca arriba y girado hacia el mismo lado, esta deformación puede prevenirse y mejorarse aplicando algunos consejos posturales que el pediatra o el fisioterapeuta pediátrico podrá indicarle. En casos de una deformación grande será necesario tratamiento fisioterápico u ortésico, además de la valoración del especialista.

instituto de terapias  integrativas



## ¡Se puede EVITAR!

### Medidas preventivas para evitar las deformaciones del cráneo

Desde que se aconseja que los lactantes duerman boca arriba como medida preventiva para la muerte súbita, el resultado ha sido excelente en la reducción en casi la mitad de su incidencia. Lamentablemente, también ha habido un aumento importante en los casos de deformación del cráneo como consecuencia de mantener la cabeza en la misma posición. Estas deformaciones suelen aparecer más frecuentemente en los bebés con tensiones en su cuello.



Hay que tener en cuenta que el recién nacido también puede nacer con la cabeza deformada como resultado del paso por el canal del parto, pero esta deformación totalmente benigna desaparece antes de las 6 semanas.

## DORMIR siempre boca arriba

La recomendación, basada en la evidencia, es que los bebés duerman boca arriba.

Cada vez que se le acueste deberá cambiarse la cabeza de lado, incluso cuando vaya en el cochecito, para evitar una presión continua sobre el mismo lado.



Cada día, se deberá cambiar la orientación del niño en la cama. Con esto se conseguirá que a medida que se vaya percibiendo sonidos y movimientos, no se gire siempre hacia el mismo lado.



Para liberar la cabeza de la presión deberá colocarse al bebé lactante sobre la barriguita, boca abajo, cuando esté despierto y vigilado. Es posible que al principio no le guste y llore, pero poco a poco se irá acostumbrando.

## PASAR ratos boca abajo

### algunos consejos

A partir del primer mes, colóquelo sobre una almohada, toalla enrollada o en las piernas de la madre, madre o cuidador. De esta forma se reforzará la musculatura del cuello.



A partir del tercer mes póngalo delante de juguetes atrayentes para él. Ayude a que los antebrazos estén apoyados a la altura de los hombros si no está apoyado hasta entonces. Póngase delante de él para que se sienta motivado a levantar la cabeza.

A cualquier edad juegue con él, póngaselo encima sobre su barriga, estimúlelo con movimientos, verá que lo agradece con una sonrisa.

A cualquier edad trate de portearlo, mejor que llevarlo siempre en el carrito. Esto estimula claramente su desarrollo y su vínculo con usted. Asegúrese que las piernas quedan en una posición abierta abrazando su cuerpo, para que las caderas maduren bien.



## DORMIR siempre sobre el lado abombado nunca sobre el plano

La cabeza deberá apoyarse sobre el lado más redondo. El lactante intentará colocarse sobre el lado más plano por la tendencia de su cuello y su comodidad.



Deberá colocarse de forma que reciba estímulos por el lado más redondo. Estímulos pueden ser los padres o cuidadores cuando le hablan o le cambian, juguetes, etc.





